



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 4735

(13) U

(51) 7 H02K29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ОДНОФАЗНИЙ ДВИГУН З КОТКИМ РОТОРОМ

1

(21) 2004010294

(22) 15.01.2004

(24) 15.02.2005

(46) 15.02.2005, Бюл. № 2, 2005 р.

(72)

(73) Рабешко Олексій Степанович, Ракович Василь Якович

(57) 1. Однофазний двигун з котким ротором, що містить шихтоване осердя і обмотку статора, напівпровідникові випрямні діоди для комутації струму в котушках обмотки, осердя ротора, який відрізняється тим, що активна частина статора виконується багатозубцевою із збільшеним числом намотаних в одну сторону і індуктивно зв'язаних котушок обмотки, які розділені по колу на чотири зони, зубці першої і третьої по порядку зони обмотані концентрично розміщеними в пазах котушками, які з'єднані послідовно і утворюють котушкові групи, які увімкнені послідовно-зустрічно разом з послідовно-узгоджено з'єднаними двома

2

діодами між ними і підключені до однофазної мережі змінного струму з використанням своїх вільних виводів і нейтрального проводу, виведеного із точки з'єднання діодів так, щоб по першій протікали імпульси струму, обумовлені дією прямих, а по третій - зворотних півхвиль напруги мережі: котушки другої і четвертої зони, які розміщені на кожному зубці зони, замкнені через окремі діоди відповідно другої зони - зустрічно, а четвертої - узгоджено або навпаки по відношенню до своїх виводів так, щоб в них виникали імпульси струму, зсунуті в часі по відношенню до імпульсів струму відповідно в котушкових групах першої і третьої зони при їх затуханні.

2. Однофазний двигун за п. 1, який відрізняється тим, що осердя ротора виготовлено масивним із феромагнітного матеріалу.

3. Однофазний двигун за п. 1, який відрізняється тим, що робоча поверхня осердя ротора обклеєна тонкою електроізоляційною плівкою.

Корисна модель відноситься до галузі електромашинобудування, яка може бути використана в безредукторному електроприводі автоматизованого обладнання.

Відомий однофазний двигун з котким ротором (ДКР) типу ДКРВ-1ф [1], який по технічній суті близький до пропонованого. На шихтованому осерді статора розміщена двохфазна чотирьохзонна обмотка, котушки в зонах фаз якої (порівну в кожній зоні) з'єднані послідовно. На роторі розміщене на еластичних підвісках циліндричне осердя. Необхідне для обертання ротора чергування імпульсів струму в зонах фаз із зсувом у часі здійснюється з використанням паралельно включеного конденсатора і чотирьох випрямних діодів. Реверсування обертів ротора здійснюється шляхом переключення конденсатора з одного затискача джерела живлення на другий.

Використання в цьому ДКР конденсатора й відносно складної двохфазної схеми обмотки статора веде до ускладнення і подорожчання його конструкції.

Близький до корисної моделі, що пропонується, по принципу дії і конструкції є однофазний двигун з котким ротором [2], в якому відсутні недоліки ДКРВ-1ф.

В цьому двигуні на шихтованому осерді внутрішнього статора передбачено чотири рівномірно розташовані по колу зубці, на яких розміщено чотири намотані в одну сторону котушки. Для комутації струму в котушках використовують напівпровідникові випрямні діоди. На зовнішньому роторі установлене шихтоване осердя.

Перша й третя по порядку котушки, які увімкнені послідовно-зустрічно разом із двома, з'єднаними послідовно-узгоджено діодами поміж ними, підключаються до однофазної мережі. Друга і четверта котушки замкнуті через окремі діоди, при цьому якщо в колі другої котушки діоди увімкнені зустрічно по відношенню до своїх виводів, то в колі четвертої - узгоджено, або навпаки.

Завдяки таким чином увімкненням діодам і індуктивному зв'язку котушок при включенні цього ДКР на напругу мережі живлення в його котушках виникають із зсувом у часі імпульси струму, які обумо-

(13) U

(11) 4735

(19) UA

включають появу імпульсів магнітних потоків в активній зоні двигуна, обкатування ротором поверхні статора й обертання його навколо своєї осі.

Недоліками цього ДКР є не плавне, стрибкоподібне обкатування ротором поверхонь зубців статора, нерівномірність обертання ротора і наявність підвищених шумів. Значним підтвердженням цього є те, що частота обертання ротора експериментального взірця двигуна більше розрахункової її величини.

Виконання осердя ротора шихтованим ускладнює технологію його виготовлення і веде до зниження експлуатаційної надійності роботи ДКР.

Завданням корисної моделі є поліпшення експлуатаційних характеристик однофазного ДКР (забезпечення безвідривного обкатування ротором статора, рівномірність обертання ротора, зниження шумів та здешевлення виготовлення конструктивно стабільного осердя ротора).

Поставлене завдання вирішується шляхом використання статора зі збільшеним числом зубців і котушок обмотки на яких намотані в одну сторону і пов'язані індуктивно. Активна частина статора (зубці, котушки) поділена по колу на чотири зони. Зубці першої і третьої по порядку зон обмотані концентрично розміщеними в пазах котушками, які з'єднані послідовно і утворюють котушкові групи цих зон. На всіх зубцях другої і четвертої зони розміщені свої котушки. Для здешевлення виготовлення осердя ротора пропонується виконувати масивним із феромагнітного матеріалу. Додатково для зменшення шумів пропонується робочу поверхню ротора обклеювати тонкою електроізоляційною плівкою.

Котушкові групи першої й третьої зони ввімкнені послідовно-зустрічне і з'єднані послідовно-узгоджено, два діоди поміж ними підключають до однофазної мережі змінного струму з використанням своїх вільних виводів і нейтрального проводу, виведеного з точки з'єднання діодів. Котушки другої й четвертої зони замкнені через окремі діоди, при цьому котушки другої зони зустрічне, а четвертої узгоджено, або навпаки, по відношенню до своїх виводів.

При включенні котушкових груп першої і третьої зони на напругу мережі живлення в них і у всіх котушках другої і четвертої зони виникають із зсувом у часі імпульси струму, які викликають появу імпульсів магнітних потоків в активній частині двигуна. Ці потоки будуть періодично по черзі замикатися в зонах по магнітних колах у складі - зубці, спинка осердя статора, повітряний зазор між ротором та статором і осердя ротора. Завдяки пульсаціям магнітних потоків ротор обкатує поверхні зубців статора і обертається навколо своєї осі.

Якщо імпульси струмів в котушкових групах першої та третьої зони обумовлені дією прямих і зворотних півхвиль напруги мережі живлення, то імпульси струмів в котушках другої й четвертої зони виникають по черзі в період затухання струмів (магнітних потоків) відповідно в котушкових групах першої й третьої зони, завдяки індуктивному зв'язку з ними.

Використання осердя статора зі збільшеним числом зубців і котушок в його активній частині дало можливість розчепити магнітні потоки на бі-

льшу кількість їх складових і забезпечити плавне безвідривне обкатування ротором поверхні розтки статора, рівномірність обертання ротора, зменшення шумів двигуна. На останнє суттєво впливає також обклеювання робочої поверхні осердя ротора тонкою електроізоляційною плівкою.

Поліпшення експлуатаційних характеристик однофазного ДКР, а також здешевлення виготовлення осердя ротора є технічні рішення, які володіють суттєвою новизною.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на Фіг.1 схематично зображена принципова будова двигуна, а на Фіг.2 - схема його включення на напругу мережі живлення.

Для прикладу на Фіг.1 зображена будова однофазного ДКР з зовнішнім статором і внутрішнім ротором, де позначено: а - осердя статора, б - котушки обмотки статора, в - осердя ротора, 1-12 - номери зубців осердя статора, I - IV - зони, на які поділено статор.

На Фіг.2 позначено:  $W_{1-2-3}$  і  $W_{7-8-9}$  - котушкові групи відповідно першої і третьої зони обмотки статора, котушки яких охоплюють 1-2-3 і 7-8-9 зубці статора і з'єднані попарно послідовно;  $W_4$ ,  $W_5$ ,  $W_6$  - котушки другої зони;  $W_{10}$ ,  $W_{11}$ ,  $W_{12}$  - котушки четвертої зони; VD1 - діод послідовно - узгоджено ввімкнений в електричне коло котушкової групи першої зони; VD3 - діод послідовно - зустрічне ввімкнутий в коло котушкової групи третьої зони; VD4, VD5, VD6 - діоди, які замикають котушки другої зони і ввімкнуті зустрічне по відношенню до виводів своїх котушок; VD10, VD11, VD12 - діоди, які замикають котушки четвертої зони і ввімкнуті узгоджено до виводів своїх котушок.

Пропонований однофазний ДКР працює наступним чином: при включенні його на напругу мережі живлення в котушковій групі першої зони  $W_{1-2-3}$  імпульс струму  $I_1$  (від дії прямої півхвилі напруги), магнітний потік  $\Phi_1$  (Фіг.1) складові якого замикаються в основному через зубці 4-5-6 другої зони. Це обумовлено тим, що в колах котушок другої зони діоди ввімкнені зустрічне і демпферні струми в них при зростанні струму  $I_1$  (потіку  $\Phi_1$ ) не виникають. Цьому сприяє і те, що в той же час завдяки узгоджено ввімкненим діодам в колах котушкової групи третьої зони і котушок четвертої зони виникають демпферні струми, які заважають проникненню складових потоку першої зони в третю і четверту зони. Нарешті сприяють і відносно збільшені повітряні зазори в цих зонах. Завдяки дії складових потоку  $\Phi_1$  ротор притягується до статора спочатку в зоні I, а із зростанням струму  $I_1$  в зонах I-II.

При затуханні імпульсу струму  $I_1$  (потіку першої зони) в котушках обмотки наводяться електрорушійні сили зворотного напрямку. Завдяки їх дії в котушковій групі першої зони процес затухання затягується, а в котушках другої зони виникають імпульси струму, які не тільки затягують процес затухання, а також породжують магнітні потоки, які замикаються через третю зону і сприяють притягуванню ротора до статора в зонах II і III. При цьому струми в котушках зони IV в цей період завдяки замикачій дії діодів в них не виникають, а струм в котушковій групі третьої зони відносно малий і



УКРАЇНА

(19) UA (11) 4736 (13) U

(51) 7 F28C1/02, F28C1/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ДВОКОНТУРНА ВЕНТИЛЯТОРНА ПЛІВКОВА ГРАДИРНЯ

1

(21) 2004010311

(22) 15 01 2004

(24) 15 02 2005

(46) 15 02 2005, Бюл. №2, 2005р

(72) Дорошенко Олександр Вікторович, Осокін Володимир Васильович, Карнаух Вікторія Вікторівна  
(73) ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ ІМ М. ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО, ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ

(57) Двоконтурна вентиляторна плівкова градирня, що складається з системи висхідної подачі в неї зовнішнього повітря за допомогою нагнітального вентилятора, системи спадної подачі в неї з водо-

2

збірника охолодженої води через розприскувачі форсунки за допомогою нагнітального насоса, двох контурів охолодження продуктопроводу, один з яких - нижній - із зустрічним рухом охолоджуючих повітря і води, другий - верхній, що охолоджується висхідним повітряним потоком з винесеною вологою, яка відрізняється тим, що продуктопровід розміщений у верхньому повітряному охолодженому контурі, при цьому нижній охолоджуючий контур являє собою набір насадок з регулярною шорсткістю, на поверхні яких утворюється плівка води, яка охолоджує повітря, що надходить у верхній контур

Корисна модель відноситься до теплоенергетики і може бути використаний у холодильній техніці і кондиціонуванні повітря, зокрема для охолодження оборотної води

Відома вентиляторна градирня ГРН [1], що містить кожух, у якому розміщені багатоканальна насадка з гофрованих листів полімерних матеріалів, зрошувальний пристрій, сепаратор краплинної рідини, осьовий нагнітальний вентилятор у його нижній частині

Основними недоліками такої градирні є зниження продуктивності у випадку забруднення робочих середовищ (висока мінералізація води, запилення повітря та ін.) і значна витрата води на підживлення системи в зв'язку з випаром і краплевинесенням

Найбільш близьким за технічною сутністю є комбінований мокро-сухий охолоджувач - двоконтурна градирня [2], що прийнята за прототип. До конструкції градирні включені наступні елементи: форсуночна камера, багатосекційний трубчастий теплообмінник, ємність для збору рециркуляційної води - піддон, нагнітальний вентилятор, поворотні повітророзподільні ґрати, водяний насос і фільтр. Ряд витків теплообмінника виведений за межі камери і являє собою секцію попереднього охолодження «продуктової» води

Двоконтурна градирня працює таким чином. Трубчастий теплообмінник, розташований усере-

дині камери, зрошується водою, у протиток рухається зовнішнє повітря, що нагнітається вентилятором осьового типу. Відведення теплоти від «продуктової» води відбувається за рахунок випарного охолодження води, що розприскується, при цьому її температура не підвищується. Ця вода стікає до піддону та з нього знову подається насосом до пристрою, що розприскує її. Повітряний потік, який залишає робочу частину градирні, містить у собі недовикористаний потенціал охолодження (відносна вологість повітря  $(\phi = 85-90\%)$ ). Потрапляючи до секції теплообмінника, що виведена за межі робочої камери, він забезпечує інтенсивне попереднє охолодження «продуктової» води

Основними недоліками відомої градирні є великі енерговитрати при невисокій ефективності роботи, необхідність мати великий обсяг робочої камери для забезпечення необхідної поверхні теплообміну, значні втрати в системі води у зв'язку з випаром і краплевинесенням

В основу винаходу поставлена задача створення двоконтурної вентиляторної плівкової градирні, в якій забезпечується зниження енерговитрат на її роботу, зменшення масогабаритних параметрів градирні і мінімізація кількості води, що витрачається на підживлення системи у зв'язку зі збитком її в циркуляційному контурі на випар

(13) U

(11) 4736

(19) UA

і краплевинесення.

Поставлена задача вирішується за допомогою того, що в двоконтурній вентиляторній плівковій градирні, що складається з системи висхідної подачі в неї зовнішнього повітря за допомогою нагнітального вентилятору, системи спадної подачі в неї з водозбірника охолодженої води через розприскувачі форсунки за допомогою нагнітального насоса, двох контурів охолодження продуктопроводу, один з яких - нижній із зустрічним рухом охолоджуючих повітря і води, другий - верхній, що охолоджується висхідним повітряним потоком з винесеною вологою, відповідно до винаходу продуктопровід винесений за межі камери, тобто розміщений у верхньому, повітряному охолоджуючому контурі, при цьому нижній охолоджуючий контур являє собою набір насадок з регулярною шорсткістю, на поверхні яких утворюється плівка води, що охолоджує повітря, що надходить у верхній контур.

На (фіг. 1) зображена запропонована двоконтурна вентиляторна плівкова градирня.

Вона складається з корпусу 1, у нижній частині якого розташований низьконапірний вентилятор осьового типу 2. У робочій камері градирні розміщений контактний теплообмінник 3 у виді пакета насадок упорядкованої структури з гофрованих листів полімерних матеріалів. Напрямок повітря, що надходить, регулюється поворотними ґратами 4. Градирня має циркуляційний контур, що містить у собі піддон-водозбірник 5, насос 6, трубопровід 7 і розподільники рідини-форсунки 8. Контроль рівня води у водозбірнику забезпечується регулятором рівня 9. У верхній частині робочої камери розміщений повітряний охолоджувач 10, що виконаний із застосуванням вискоєфективної технології оребрення продуктопроводу-труби 11 методом лиття під тиском. У середині продуктопроводу - труби 11 повітряного охолоджувача 10 переміщуються "продуктова" вода чи інший теплоносіє, що підлягає охолодженню.

Двоконтурна плівкова градирня працює таким чином. Водозбірник 5 заповнюється водою з водопровідної мережі (не показана) до рівня, що обмежується регулятором рівня 9. Потім включають у роботу одночасно вентилятор 2 і насос 6. При цьому усередині продуктопроводу 11 повітряного охолоджувача 10 забезпечується протікання "продуктової" води чи іншого теплоносія. Насос 6 подає воду з водозбірника 5 по трубопроводу 7 у розподільники рідини - форсунки 8. Вода, що розприскується при цьому, зрошує пакет насадок упорядкованої структури з гофрованих листів полімерних матеріалів у контактному теплообміннику 3. На пакеті насадок утворюється шар плівкової води, що стікає під дією гравітаційних сил у водозбірник 5. При роботі вентилятора 2 повітря нагнітається в робочу камеру, де, мінуючи

чи поворотні фати 4, рухається у вертикальному напрямку протитоком щодо плівки рідини, що стікає по гофрованій поверхні насадки 3. При цьому відбувається тепломасообмін між повітрям і водою. У водозбірник 5 стікає вода з температурою  $t_B \approx t_M$ . Охолоджене у робочій камері повітря надходить у трубчасту секцію повітряного теплообмінника 10, де відбувається безконтактне охолодження "продуктової" води чи іншого теплоносія, що знаходяться в продуктопроводі 11.

Градирня працює в режимі повітряно-випарного охолодження, при цьому ступінь зрошення в циркуляційному контурі градирні може варіюватися від нуля (суха градирня) до 100% і залежати від умов експлуатації: часу року і виробничої задачі.

Для підвищення інтенсивності відводу теплоти від «продуктової» води чи іншого теплоносія теплообмінник 10 може бути розміщений у ємності 5 охолодженої води циркуляційного контуру. У цьому випадку труби можуть бути неоребрененими.

Можливий варіант поперечної градирні з розміщенням теплообмінної секції 10 безпосередньо в обсязі насадного шару 3, причому оребрена труба 11 розташована поперечно напрямку повітря, а вода циркуляційного контуру зрошує як поверхню насадки, так і поверхню продуктопроводу.

Розташування теплообмінної секції 10 усередині насадного шару 3 дозволяє використовувати градирню в різних режимах роботи: від "сухого" повітряного охолодження в зимовий період року (суха градирня) до повітряно-випарного охолодження з різною щільністю зрошення насадки - у залежності від теплового навантаження на охолоджувач.

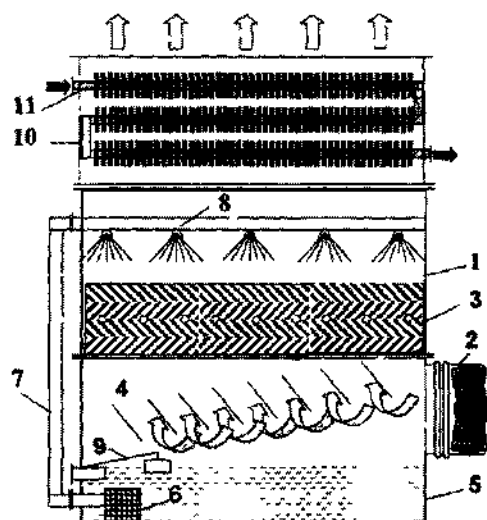
Новим у порівнянні з прототипом є розміщення продуктопроводу у верхньому повітряному охолоджуючому контурі, складання нижнього контуру з набору насадок з регулярною шорсткістю, на поверхні якої утворюється плівка води, за рахунок випару якої охолоджується повітря, що надходить у верхній охолоджуючий контур.

У цьому полягає також і істотна відмінність запропонованої градирні. Позитивний ефект, що досягається при використанні запропонованої градирні, - зниження енерговитрат, масогабаритних параметрів, зменшення винесень циркулюючої води із системи.

Джерела інформації:

1. А.с. № 542083 МПК F28C1/04 Вентиляторная градирня // Дорошенко А.В. и др. // СССР / - Опубл. 1977. Бюл. №1.

2. Дорошенко А.В., Лавренченко Г.К., Комбинированные мокро-сухие охладители для отвода теплоты компримирования в воздухоразделительных установках // Технические газы. - 2001г. - №3. - С. 10-18. (прототип).



Фиг. 1



впливом його на процес затухання можна знехтувати

В наступний період на напругу мережі живлення (зворотну півхвилю) включається котушкова група третьої зони  $W_{7-89}$ , і в ній виникає імпульс струму  $I_3$ , котрий обумовлює появу магнітного потоку третьої зони (на Фіг 1 не показаний), який замикається в основному через спинку осердя статора, зубці третьої і четвертої зони, повітряний зазор, осердя ротора і притягує ротор до статора спочатку в зоні III, а при зростанні струму  $I_3$  в зонах III і IV і при затуханні струму  $I_3$  і появи струмів в котушках четвертої зони в зонах IV і I. Аналіз електромагнітних процесів які відбуваються при цьому може бути проведений аналогічно тим, які проходять при зростанні і затуханні імпульсу струму  $I_1$ , з урахуванням замикаючої дії діодів VD10, VD11, VD12 і демпферної дії котушкової групи першої зони і котушок другої зони при зростанні  $I_3$  і затягуванні процесів при затуханні  $I_3$ . На цьому закінчується один цикл обігу магнітних потоків по колу розтки осердя статора, який складається із чотирьох періодів і супроводжується поворотом ротора навколо своєї осі на кут  $\alpha$ , величина якого залежить від співвідношення діаметрів робочих поверхонь статора і ротора. Далі електромагнітні процеси періодично повторюються зумовлюючи безперервність обертання ротора

Завдяки збільшенню в запропонованому ДКР числа зубців і котушок в зонах статора і тим самим

розчепленню магнітних потоків на більшу кількість складових, створених із зсувом в часі імпульсами струмів в котушках зон, пульсації електромагнітного моменту зменшились, обкатування ротором поверхонь зубців статора стало практично безвідривним, обертання ротора рівномірним, зменшились шуми двигуна. На значне зменшення останніх подіяло обклеювання робочої поверхні осердя ротора тонкою електроізоляційною плівкою

Виконання осердя ротора масивним із феромагнітного матеріалу здешевило виготовлення і підвищило стабільність його конструктивних параметрів

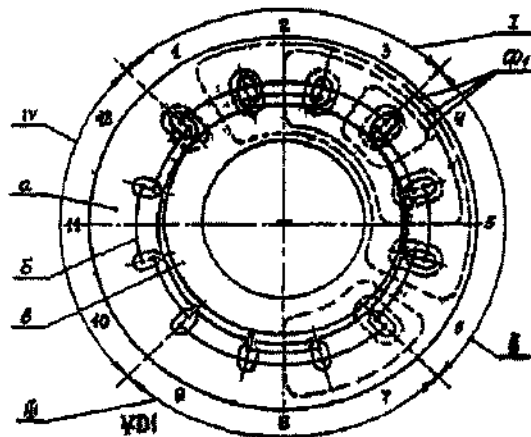
Реверсування обертів ротора запропонованого двигуна проводиться шляхом одночасної зміни напрямку вмикання діодів VD1 і VD3

Однофазний двигун із котким ротором, що запропоновано, виготовлений, пройшов експериментальне випробовування і підтвердив доцільність впровадження запропонованих технічних рішень

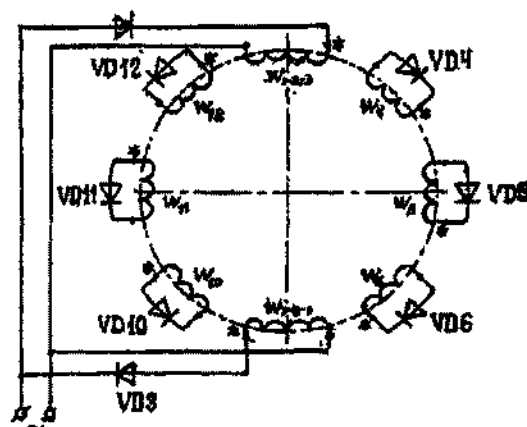
Джерела інформації

1 Борзяк Ю Г, Зайков М А, Наний В П "Электродвигатели с катящимся ротором" - Киев, Техника, 1982

2 Патент України № 60195 А "Однофазный двигатель с котким ротором", О С Рабешко, В Я Ракович, МПК ТН02К29/00, 27 02 2003



Фіг. 1



Фіг. 2

