



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85327 (13) C2
(51) МПК (2006)
H02K 23/00
H02K 17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ЕЛЕКТРИЧНИЙ ДВИГУН З РОЗДІЛЬНИМИ СИСТЕМАМИ ЗБУДЖЕННЯ І МАГНІТНИМ ЕКРАНУВАННЯМ ЯКОРЯ (РОТОРА) І ВИКОРИСТАННЯМ ЕКРАНА ЯК РОТОРА (ВАРІАНТИ)

1

(21) а200711620

(22) 22.10.2007

(24) 12.01.2009

(46) 12.01.2009, Бюл.№ 1, 2009 р.

(72) ЧЕРНОГОРОВ АНАТОЛІЙ ДМИТРИЕВИЧ, UA,
СКОМОРОХ ВІКТОР ГРИГОРОВИЧ, UA, ДУБОВИЦЬКИЙ ЮРІЙ МИХАЙЛОВИЧ, UA, ВОЙНАРОВСЬКИЙ ЮРІЙ АНАТОЛЬЕВИЧ, UA

(73) ЧЕРНОГОРОВ АНАТОЛІЙ ДМИТРИЕВИЧ, UA

(56) UA, а200612509, H02K23/00, 28.11.2006

UA, а200710365, H02K23/00, 18.09.2007

SU, 421093, H02K19/10, 19.08.1974

GB, 1435314, H02K16/00, 12.05.1976

JP, 54074052, H02K49/02, 13.06.1979

JP, 63314163, H02K55/04, 22.12.1988

US, 4034245, H02K2/00, 05.07.1977

GB, 1453726, H02K17/12, 27.10.1976

GB, 1479641, H02K16/02, 13.07.1977

FR, 2842669, H02K49/10, 23.01.2004

US, 4831296, H02K16/02, 16.05.1989

US, 7061155, H02K1/22, 13.06.2006

(57) 1. Електричний двигун постійного струму й однофазного змінного струму з роздільними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора), що складається із двох роздільних систем збудження (1) з однією парою полюсів (2) у кожній, розташованих у діаметрально протилежних секторах двигуна, причому суміжні полюси різних систем збудження мають однакову полярність, а шихтований барабанний якір (ротор) з колектором і щітковим механізмом має петльову або хвильову обмотку, розраховану й виконану на одну пару полюсів, який **відрізняється** тим, що між полюсами (2) обмоток збудження (3) і барабанним якорем (ротором) (5) встановлено на підшипниках (11, 14) шихтований з електротехнічної сталі або пермалюю кільцевий магнітний екран (8), який виконує функцію ротора й має вихідний вал (12) і повітряні зазори між полюсами (2) і магнітним екраном (8) і між магнітним екраном (8) і якорем (ротором) (5), причому сам якір (ротор) (5) має можливість вільно обертатися на підшипниках і бути виконаний розділеним тонкостінним циліндром із

2

твердого ізоляційного матеріалу на зовнішню й внутрішню зони ("п" й "м"), які набрані шихтованими.

2. Електричний двигун постійного струму й однофазного змінного струму з роздільними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора), що складається із двох роздільних систем збудження (1) з однією парою полюсів (2) у кожній, розташованих в діаметрально протилежних секторах двигуна, причому суміжні полюси різних систем збудження мають однакову полярність, а шихтований барабанний якір (ротор) з колектором і щітковим механізмом має петльову або хвильову обмотку, розраховану й виконану на одну пару полюсів, який **відрізняється** тим, що барабанний якір (ротор) (5) несе на собі жорстко насаджений через циліндр (25) або прокладки (24) (із твердих ізоляційних матеріалів) магнітний екран (8), що при роботі двигуна передає крутний момент через барабан якоря (ротора) (5) на вал (4) якоря (ротора) (5), а сам барабан якоря (ротора) (5) виконаний розділеним тонкостінним циліндром із твердого ізоляційного матеріалу на зовнішню й внутрішню зони ("п" й "м").

3. Електродвигун за п. 2, який **відрізняється** тим, що барабан якоря (ротора) (5) виконаний, для зменшення магнітного потоку реакції якоря (ротора), із твердих полімерних або ізоляційних матеріалів з пазами для якірної (роторної) обмотки або із впресованих у пази жолобів з електротехнічної сталі або пермалюю, у які укладена якірна (роторна) обмотка, і магнітний екран (8) безпосередньо жорстко насаджений, без якого-небудь зазору, на такий якір (ротор) (5).

4. Електродвигун за пп. 1 або 2, або 3, який **відрізняється** тим, що в кожній системі збудження обмотка збудження (3) перебуває тільки на одному полюсі, причому башмаки розташовані так, що на одній стороні від геометричної нейтралі перебувають полюси однієї полярності, на протилежній стороні нейтралі - іншої полярності.

5. Електродвигун за пп. 1 або 2, або 3, або 4, який **відрізняється** тим, що виконаний необоротним.

(13) C2

(11) 85327

(19) UA

Винахід відноситься до електричних машин - електродвигунів постійного і змінного струму. Електричні двигуни з роздільними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора) і використанням магнітного екрана як ротор як постійного, так й однофазного змінного струму, можуть знайти широке застосування у всіх областях народного господарства, де застосовуються двигуни постійного й однофазного змінного струму, як більш економічні, що мають підвищену потужність на валу двигуна в порівнянні зі споживаною електричною потужністю, а отже, що мають більш високий коефіцієнт корисної дії.

Класична конструкція двигуна постійного струму зі станиною, до якої прикріплені електромагніти системи збудження й якор, що обертається у підшипниках, з обмоткою й колектором, на ламелі (пластини) якого замикаються кінці котушок якорної обмотки з передачею струму на якорну обмотку через щітковий механізм і колектор, відома вже порядку ста років й описана в багатьох підручниках по електричних машинах постійного струму [Вольдек А.И. Электрические машины. «Энергия», 1966; Рихтер Р. Электрические машины, т. 1. Берлин. 1929; Видеман Е., Келленбергер В. Конструкции электрических машин. Сокр. пер. с нем. Ленинград, «Энергия», 1972; Петров Г.Н. Электрические машины. Изд. 2-е. Госэнергоиздат. Ч. 3. Коллекторные машины постоянного и переменного тока, 1968; М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский. Электрические машины, ч. 1. Машины постоянного тока. Учебник для студентов ВТУЗ'ов. «Энергия», 1973].

Протягом останніх ста років такі двигуни постійного струму випускалися й випускаються в наші дні в багатьох промислово розвинених країнах, без яких-небудь серйозних змін у конструкції. У них постійно застосовувалися поліпшені марки електротехнічних сталей, пермаллоя й більш досконалі ізоляційні матеріали. Але конструкція двигуна залишалася такою, якою вона була розроблена й удосконалена майже сто років тому. Така конструкція двигуна є оборотною електричною машиною, тобто двигун може бути генератором, генератор може бути двигуном.

Такий електродвигун узятий у якості одного з аналогів. А саме пристрій якоря й обмоток збудження. В аналога якор барабанного типу з петльовою або хвильовою обмотками, але обмотка якоря виконується на таке ж число пар полюсів, як й обмотка збудження, виконана на станині. Обмотка збудження може бути шунтованою, серісною або компаунд (змішаною), залежно від призначення двигуна. Зміна напрямку обертання двигуна постійного струму й однофазного колекторного двигуна змінного струму [М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский. Электрические машины, ч. 2. Машины переменного тока. «Энергия», 1973. Раздел четвертый] проводиться зміною полярності електричного струму, який підводиться або до обмотки якоря (ротора), або до системи збудження.

Аналогом екранованого якоря (ротора) служить запропонований «Електричний двигун з магнітним екрануванням загальмованого якоря (рото-

ра) і використанням магнітного екрана як ротор» [заявка №а200612509 від 28.11.2006]. У даного аналога є станина з обмотками збудження й барабанний якор, екранований від магнітного потоку збудження шихтованим магнітним екраном, який має свій вихідний вал. Магнітний екран має свої підшипники обертання й обертається щодо полюсів системи збудження і якоря (ротора).

Однофазний двигун змінного струму з магнітним екрануванням загальмованого колекторного ротора й використанням магнітного екрана як ротор також має всі деталі й вузли двигуна постійного струму з екранованим якорем.

Пропоновані електричні двигуни з роздільними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора) і використанням екрана як ротора є машинами необоротними, тобто як не розкручуй їхні вихідні вали, ці двигуни не стануть генераторами - не будуть виробляти електроенергію. Їхнім аналогом у частині роздільних систем збудження й у частині відносини числа пар полюсів у роздільних системах збудження й обмотці якоря (ротора) є «Електричний двигун постійного струму з роздільними системами збудження» [заявка №а200710365 від 18.09.2007].

Даний аналог має дві незалежні системи збудження. Кожна система має по одній парі полюсів і розташовані системи на діаметрально протилежних сторонах двигуна. Обмотка якоря має одну пару полюсів на дві системи збудження. Магнітні потоки від обох систем збудження в якорі спрямовані паралельно, ніде не перетинаються, а геометрична нейтраль, на якій розташовані щітки на колекторі, перетинає обидві роздільні системи збудження.

Останній аналог має ряд фізичних особливостей, які позначилися й на пропонованих двигунах, але які є необоротними, мають на валах підвищені механічні потужності, які не еквівалентні електричним, що підводяться.

Пропоновані двигуни, залежно від виконання, можуть бути активними й реактивними.

Технічна задача, на рішення якої спрямований винахід, у створенні необоротних електродвигунів, переваги яких - малі споживані електричні потужності й більш високі коефіцієнти корисної дії.

Електричний двигун постійного струму й однофазного змінного струму з роздільними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора) складається із двох роздільних систем збудження 1 з однією парою полюсів 2 у кожній, розташованих у діаметрально протилежних секторах двигуна, причому суміжні полюси різних систем збудження мають однакову полярність, а шихтований барабанний якор (ротор) з колектором і щітковим механізмом, має петльову або хвильову обмотку, розраховану й виконану на одну пару полюсів, відповідно до винаходу, між полюсами 2 обмоток збудження 3 і барабанним якорем (ротором) 5 встановлено на підшипниках 11, 14 шихтований з електротехнічної сталі або пермаллоя кільцевий магнітний екран 8, який виконує функцію ротора й має вихідний вал 12 і повітряні зазори між полюсами 2 і магнітним екраном 8 і між магніт-

ним екраном 8 і якорем (ротором) 5, причому сам якір (ротор) 5 вільно обертається при роботі електродвигуна без несення механічного навантаження й з метою звільнення магнітного екрана від магнітного потоку реакції якоря (ротора) (Фр) і замикання магнітного потоку реакції якоря (ротора) усередині якоря (ротора) 5, останній може виконуватися розділеним тонкостінним циліндром із твердого ізоляційного матеріалу (замість повітряного зазору) на зовнішню й внутрішню зони («п» й «т»), які набрані шихтованими.

Електричний двигун постійного струму й однофазного змінного струму з розділними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора) складається із двох розділних систем збудження 1 з однією парою полюсів 2 у кожній, але розташовані в діаметрально протилежних секторах двигуна, причому суміжні полюси різних систем збудження мають однакову полярність, а шихтований барабанний якір (ротор) з колектором і щітковим механізмом, має петльову або хвильову обмотку, розраховану й виконану на одну пару полюсів, а барабанний якір (ротор) 5 несе на собі жорстко насаджений через циліндр 25 або прокладки 24 (із твердих ізоляційних матеріалів) магнітний екран 8, що, при роботі двигуна, передає крутий момент через барабан якоря (ротора) 5 на вал 4 якоря (ротора) 5, з якого знімається механічне навантаження, але з метою звільнення магнітного екрана 8 від магнітного потоку реакції якоря (ротора) (Фр) і замикання магнітного потоку реакції якоря (ротора) усередині якоря (ротора) 5, останній виконується розділеним тонкостінним циліндром із твердого ізоляційного матеріалу (замість повітряного зазору) на зовнішню й внутрішню зони («п» й «т»), які набрані шихтованими.

Запропонований електродвигун може мати барабан якоря (ротора) 5, який не набирається шихтованим з електротехнічної сталі або пермалю, а виконаний, з метою зменшення магнітного потоку реакції якоря (ротора), із твердих полімерних або ізоляційних матеріалів з пазами для якірної (роторної) обмотки або із впресованих у пази жолобів з електротехнічної сталі або пермалю, у які укладається якірна (роторна) обмотка, і магнітний екран 8 безпосередньо жорстко насаджується, без якого-небудь зазору, на такий якір (ротор) 5.

Запропоновані електродвигуни можуть мати в кожній системі збудження одну обмотку збудження 3, які перебувають тільки на одному полюсі, причому башмаки розташовані так, що на одній стороні від геометричної нейтралі перебувають полюси однієї полярності, на протилежній стороні нейтралі - іншої полярності.

В запропонованих електродвигунах в обмотках їхніх якорів (роторів) не наводяться електроусилні сили, спрямовані проти робочих струмів обмоток якорів (роторів) і електродвигуни, завдяки цьому, необоротні, тобто не можуть бути генераторами.

Електричний двигун з розділними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора) і використанням магнітного екрана як ротора, як для двигунів постійного струму, так і для двигунів однофазного змінного струму, конструктивно

виконані однаково з тією лише різницею, що у двигунів однофазного змінного струму магнітопроводи розділних систем збудження виконуються повністю шихтованими з ізованих листів електротехнічної сталі або пермалю. Двигуни мають дві роздільні системи збудження, розташовані на діаметрально протилежних щодо магнітного екрана, а отже і якоря (ротора) сторонах.

Кожна із двох систем збудження має по одній парі полюсів. Відстані а між осями полюсів у кожній системі збудження підбирається такою, щоб однойменні полюси різних систем перебували на відстані 2-3мм друг від друга. На фігурах 1, 3, 4, 5 ці відстані показані більше необхідних, щоб окремі системи на кресленнях виділялися більш чітко. Магнітні потоки збудження Ф від кожної системи збудження не перетинаються один з одним і замкаються через магнітний екран тільки у своїй системі збудження. Геометрична нейтраль двигуна, на якій установлені щітки, перетинає обидві системи збудження. Таким чином, обидві роздільні системи збудження працюють паралельно.

Роздільні системи збудження (фігури 1, 3, 4, 5) двигуни складаються із двох ярм 1, до яких кріпляться башмаки 2. До кожного ярма 1 кріпляться два башмаки 2. Роздільні системи збудження можуть виконуватися у двох варіантах: з обмотками збудження на кожному полюсному башмаку в кожній системі збудження (Фіг.1, 4) і з обмотками тільки на одному полюсному башмаку в кожній системі збудження (Фіг.3, 5, 7). В останньому випадку обмотки збудження можуть бути як з різною полярністю на діаметрально протилежних башмаках, так і з однією полярністю на суміжних башмаках різних систем збудження. Але у всіх випадках магнітні потоки збудження повинні бути спрямовані з однієї половини поперечного переріза двигуна через магнітний екран 8 в іншу в обох окремих системах збудження. Поперечна частина якоря (ротора), магнітний екран й обидві окремі системи збудження розділені на дві половини геометричною нейтраллю двигуна, на якій установлюються щітки 7 на колекторі 6 якоря (ротора).

Так як кожна з окремих систем збудження незалежна одна від іншої, то може бути найбільша маніпуляція збудженням при роботі двигуном.

На валу 4 двигуна сидить шихтований барабанний якір (ротор) 5, у пазах якого покладена петльова або хвильова обмотка, розрахована для двигуна з однією парою полюсів, але на дві окремі (роздільні) системи збудження (Фіг.8). Петльова обмотка виконана на барабанному якорі (роторі), у якого є 16 пазів, а колектор 6 має 32 пластини. Для потужних двигунів число пазів у барабанному якорі (роторі) повинне бути парним і рівнятися числу колекторних пластин. У принципі обмотка якоря (ротора) може бути виконана й хвильовою.

На фігурах 1, 3, 4, 5 й 7 щітки показані встановленими на геометричній нейтралі двигуна. Насправді щітки встановлюються на фізичній нейтралі двигуна залежно від виконання якірної (роторної) обмотки двигуна (Фіг.8), для того, щоб забезпечити умови, коли під однойменними полюсами обох систем збудження струми в одній половині якоря (ротора) течуть в одному напрямку, в

іншій половині - у протилежному напрямку.

У повітряних зазорах між полюсами різних систем збудження і якорем (ротором) на окремих підшипниках установлений магнітний екран 8, що має свій вихідний вал (фігури 1, 2, 3). На Фіг.1 й 3 показано, як замикаються магнітні потоки збудження в окремих системах через магнітний екран 8 для двигунів постійного струму. Для двигунів однофазного змінного струму магнітний потік буде змінюватися за законом синуса й відставати від струму на 90°. Магнітний екран 8 набирається шихтованим з кілець тонкої ізолюваної електротехнічної сталі або пермаллоя. Шихтований магнітний екран 8 розміщується між полюсами 2 різних систем збудження й барабанним якорем (ротором) 5 (Фіг.1) і екранує якір (ротор) 5 від магнітного потоку збудження. Між шихтованим магнітним екраном 8 внутрішнім діаметром Д2 і барабаном якоря (ротора) 5 діаметром Д1 перебуває повітряний зазор 9 (Фіг.2). Він може бути на 25-50% менше повітряного зазору між зовнішнім діаметром Д3 магнітного екрана 8 і полюсами 2 роздільних систем збудження. Пакет магнітного екрана 8 стягнуть на ізолюваних шпильках 22 (Фіг.2) гайками й має свої підшипники 13, 18 і вихідний вал 12, що виходить убік, протилежний від колектора. Таким чином, шихтований магнітний екран 8 сам перетворюється в ротор з вихідним валом 12. Барабанний якір (ротор) 5 (у принципі якір може бути й кільцевим) виконується із прямими або косими пазами й може вільно обертатися в підшипниках 11 та впресований в опору 14. Таким чином, підшипник, який впресований в опору 14 і підшипник, який впресований в опору 13, повністю підтримують систему якір (ротор) 5 - магнітний екран 8.

За колектором на валу 4 жорстко сидить обойма 17 з поздовжніми отворами, у які запресовані ізолюючі втулки 15. Через них від якоря (ротора) 5 до колектора 6 пропущені кінці котушок 16 якірної (роторної) обмотки. На зовнішній поверхні обойми 17 сидить підшипник 18 переднього дискового колеса 19 магнітного екрана 8. Вал 4 закінчується цапфою, на яку напресовується підшипник 11. Із внутрішньої сторони цапфа має борт, завдяки якому підшипник 11 не може зійти із цапфи убік барабана якоря (ротора) 5. Зовнішньою поверхнею підшипник 11 упресовується в дискове колесо 20, у яке запресований вихідний вал 12. По окружності заднього дискового колеса 20 на однаковому радіусі є ряд симетричних отворів з різьбою, у які вкручуються сталеві шпильки 22 і із зовнішньої частини дискового колеса 20 контролюються. На шпильки 22 на всю довжину магнітного екрана одягнена ізоляція. На шпильках 22 перебуває шихтований магнітний екран 8, який ізолюваний від переднього і заднього дискових коліс 19, 20 кільцями з тонкого текстоліту з розмірами, що відповідають кільцям з електротехнічної сталі (або пермаллоя), з яких набирається (шихтується) магнітний екран 8. На шпильки 22 шихтованого магнітного екрана 8 через ізолюючі втулки 23 установлене переднє дискове колесо 19 (опорне). Весь пакет магнітного екрана 8 з дисковими кільцями 19, 20 стягнуто гайками, наверненими на кожну шпильку 22. Дискові колеса 19 й 20 викону-

ються з міцного немагнітного металу. Підшипник 18 зафіксований на обоймі 17 за допомогою стопорного кільця. Графітові щітки 7 можуть пересуватися по ходу обертання колектора або проти за допомогою щіткового механізму на досить значні кути. Дискові колеса 19 й 20 мають вікна для охолодження якоря (ротора) повітряним потоком при роботі двигуна. Лопості вентилятора кріпляться до внутрішньої поверхні одного з дискових коліс 19, 20 (на кресленні не показані). Охолоджуючи дискове колесо 20, повітря, яке надходить усередину, прохолоджує й внутрішній підшипник 11 якоря (ротора) 5.

На фігурах 1, 2, 3 зображений реактивний електричний двигун з роздільними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора) 5 і використанням магнітного екрана 8 як ротора. У таких двигунах якір (ротор) 5 не несе якого-небудь навантаження й може бути виконаний у полегшеному варіанті. На вал 4 може бути напресована легка товстостінна втулка з отворами для охолоджуючого повітря й уже на ній може набиратися шихтоване залізо якоря (ротора) 5 з пазами для якірної обмотки. Більше того, сам якір (ротор) 5 може бути виконаний з пустотілим валом 4 і пластмасовим або капралоновим барабаном 5 з пазами для якірної (роторної) обмотки 5. У немагнітному якорі буде повністю відсутній будь-яка реакція якоря. Якір (ротор) 5 буде зовсім нейтральним для магнітного поля збудження, і магнітний екран 8 буде витрачати менше енергії на його розкручування й підтримку високих обертів. З таким якорем екран-ротор 8 може мати надвисокі оберти. Важкий же якір (ротор) 5, виконаний повністю із шихтованого заліза, у пропонованих двигунах, виконує функцію маховика.

На фігурах 4 й 5 показаний активний електродвигун з роздільними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора) 5 і використанням магнітного екрана 8 як ротора. Активні двигуни простіше у виготовленні, а, отже, і в експлуатації. У них все механічне навантаження приходить на вал 4 якоря (ротора) 5. Шихтований магнітний екран 8 жорстко, через ізоляційний циліндр 25 (що має товщину стінок до 0,5мм) насаджується на якір (ротор) 5 без якого-небудь повітряного зазору (Фіг.4). Магнітний екран 8 може жорстко насаджуватися на якір (ротор) 5 через окремі ізоляційні прокладки 24 (Фіг.5), розташовані в повітряному зазорі 9. У такій конструкції через повітряний зазор 8 між прокладками 24 може проходити повітря, яке буде прохолоджувати якір (ротор) 5. Якщо прокладки 24 розташувати по гвинтовій лінії між якорем (ротором) 5 і магнітним екраном 8, то на обертах прокладки 24 можуть виконувати функцію вентилятора. Якщо ж в активному двигуні барабан якоря (ротора) 5 виконати з якого-небудь твердого ізоляційного матеріалу (з того ж капралону) з пазами для якірної (роторної) обмотки або із впресованих у пази желабів з електротехнічної сталі або пермалою, у які укладається якірна (роторна) обмотка, то шихтований магнітний екран 8 можна насаджувати безпосередньо на якір (ротор) 5 без яких-небудь прокладок або повітряного зазору.

У зв'язку з тим, що робочі струми через обмотку якоря (ротора) 5 з магнітним екрануванням значно менше робочих струмів, які протікають при тих же механічних потужностях у двигунів звичайного виконання, які мають неекрановані якорі (ротори), то спеціальне охолодження якорів (роторів) у пропонуваних двигунів не потребується, як не потребують спеціального охолодження соленоїди (електромагнітні котушки) багатьох електричних апаратів, що довгостроково перебувають під робочою напругою.

Магнітне екранування якорів (роторів) доцільно мати й в електричних машин зі звичайною системою збудження, незалежно від числа пар полюсів, тому що екрановані якорі (ротори) значно підвищують коефіцієнт корисної дії електричних машин постійного й однофазного змінного струму.

Що стосується роздільних систем збудження пропонуваних активних електродвигунів, то вони нічим не відрізняються від роздільних систем збудження пропонуваних реактивних електродвигунів з екранованими якорями (роторами) (Фіг.1, 3, 4, 5).

Роздільні системи збудження більш ефективні для машин постійного й однофазного змінного струму. У роздільних системах збудження магнітні поля в повітряних зазорах між екраном і полюсами більш рівномірні, ніж під полюсами в нерозділеній системі збудження. На Фіг.7 показано незначний зсув північного полюса вправо по горизонтальній лінії, а південного полюса - нагору по вертикальній лінії. Це робить під північним полюсом повітряний зазор «а» менше, а повітряний зазор «b» більше. Таким чином, повітряний зазор під північним полюсом поступово збільшується від лівого краю полюса до правого краю. Під південним полюсом (на якому немає обмотки збудження) навпаки, повітряний зазор «с» у верхній частині полюса поступово зменшується до нижньої частини полюса до розміру «d». Отже, магнітний опір у повітряному зазорі під далекими кінцями полюсів («а» й «d») у кожній окремій системі збудження менше, ніж у повітряному зазорі («b» й «с») під ближніми кінцями полюсів. У результаті магнітний потік Φ більш рівномірно розподіляється під полюсами в кожній роздільній системі збудження.

У зв'язку з тим, що магнітні силові лінії в повітряному зазорі під кожним полюсом входять у магнітний екран 8 і виходять із нього під прямим кутом, то в одній половині двигуна (по поперечному розрізі, як зображено на Фіг.1, 3, 4, 5) до геометричної нейтралі, полюса в окремих (роздільних) системах збудження утворюють як би полюс однієї полярності, а в другій половині, за геометричною нейтраллю - полюс із іншою полярністю. І полюса кожної полярності як би охоплюють повністю по половині якірної (роторної) обмотки по магнітному екрані 8, то всі секції якірної (роторної) обмотки працюють на обертання магнітного екрана 8 у максимальному ступені. Шлях магнітного потоку в окремих магнітних системах значно коротше, ніж у звичайних двигунів з однією парою полюсів. Всім цим пристроєм пояснюється підвищена потужність двигуна, підвищений крутий момент і підвищені оберти.

Фізична сутність роботи електродвигунів з

роздільними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора) і використанням екрана як ротора полягає в наступному. Якщо подивитися на схему петльової обмотки, зображену на Фіг.8, то з неї видно, що роздільні системи збудження ділять всю внутрішню частину двигуна навпіл на північний ($N1 - N2$) і південний ($S1 - S2$) сектори, під якими перебувають, практично, по половині всіх пазів якоря (ротора) із провідниками, обітченими струмом у відповідному напрямку під однойменними полюсами. Без магнітного екранування якоря (ротора) при такій системі збудження в якірній (роторній) обмотці при роботі двигуна наводилася б значна величина противоЕДС і двигун споживав би значну електричну потужність для подолання дії струмів, обумовлених наявністю противоЕДС.

Шихтований магнітний екран 8 (незалежно від того реактивний або активний двигун) екранує якір (ротор) 5 і не дозволяє магнітному потоку збудження Φ проникнути в сталь якоря (ротора) 5. Та ж частина магнітного потоку збудження, що і проникає в якір (ротор), не може робити такої дії, щоб у провідниках якірної (роторної) обмотки наводилася істотна величина противоЕДС. Це робить екранований електродвигун необоротною електричною машиною (він не може бути генератором). Із цієї причини величина номінального струму через обмотку якоря (ротора) досягається при більш низьких напругах. Але тому що магнітна провідність між північними й південними полюсами (секторами) двигуна має, за рахунок наявності магнітного екрана, значну величину, то магнітний потік Φ реакції якоря (ротора) замикається на магнітний екран (див. Фіг.7) і робить певну дію, що розмагнічує, на магнітні потоки Φ систем збудження. Щоб звести до мінімуму вплив магнітного потоку Φ реакції якоря (ротора) 5 на магнітний екран 8, шихтований якір (ротор) 5 розділяється за допомогою тонкостінної втулки (циліндра) з ізоляційного матеріалу на дві зони: зовнішню «п» і внутрішню «т». При роботі двигуна магнітний потік Φ реакції якоря (ротора) 5 буде замикатися через область «т», тому що область «т» має менший магнітний опір, у порівнянні з магнітним опором екрана 8. Магнітні силові лінії від струмів, які протікають по провідниках, покладеним у пази якоря (ротора) 5 через повітряний зазор між якорем (ротором) 5 і магнітним екраном 8 будуть проникати в магнітний екран 8, утворюючи в ньому своєрідні магнітні піки, аналогічні тим, які виникали б у залозі екрана, якби обмотка зі струмом була б вложена в мнімі пази по внутрішній окружності екрана 8. Магнітні потоки збудження Φ , що замикаються через екран 8, впливаючи на ці магнітні піки, змушують екран 8 обертатися. У реактивного двигуна (у якого якір (ротор) 5 вільно обертається без навантаження щодо екрана 8), завдяки зчепленню магнітних потоків провідників якірної (роторної) обмотки зі сталлю магнітного екрана, якір (ротор) 5 також буде обертатися в напрямку обертання магнітного екрана.

В активних двигунів магнітний екран 8 жорстко зчеплений з якорем (ротором) 5 і механічно передає обертання якорю (ротору) 5, а, отже, і на його

вал 4 і далі механічному навантаженню.

Роздільні магнітні системи збудження фіксуються торцевими кришками з діамагнітного матеріалу, у яких є гнізда для підшипників, у яких обертається вал 4 якорі (ротора) 5.

Проміжки між окремими магнітними системами збудження закриваються щитками 10 (Фіг.1, 3, 4, 5) з діамагнітного матеріалу, які кріпляться до ярем 1 болтами.

Перелік фігур на кресленнях.

Фіг.1 - на кресленні зображений поперечний розріз електричного двигуна з роздільними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора) і використанням екрана як ротора. Магнітний екран обертається в повітряному зазорі між полюсами роздільних систем збудження і якорем (ротором) на окремих підшипниках і має окремий вихідний вал. Обмотки збудження розташовані на кожному полюсі в роздільних системах збудження. Якір (ротор) має також окремі підшипники й має можливість вільно обертатися щодо магнітного екрана й полюсів роздільних систем збудження. Обмотка якоря (ротора) виконана на одну пару полюсів.

Фіг.2 - на кресленні зображений поздовжній розріз пропонованих електричних двигунів постійного й однофазного змінного струму відповідно до креслень, зображеними на Фіг.1 і Фіг.3.

Фіг.3 - на кресленні зображений поперечний розріз пропонованих двигунів постійного й однофазного змінного струму з роздільними системами збудження, з магнітним екраном, що має вихідний вал і виконує функцію ротора й якорем (ротором), який вільно обертається. Двигун також має, як і на Фіг.1, барабанний якір (ротор) з якірною (роторною) обмоткою, виконаною для електродвигуна з однією парою полюсів і дві окремі магнітні системи збудження, що мають по одній парі полюсів кожна. Причому обмотки збудження перебувають лише на одному полюсному башмаку в кожній окремій системі збудження. При цьому вони можуть бути з різною полярністю на діаметрально протилежних башмаках, як зображено на фігурі 3, так і з однією полярністю на суміжних башмаках, але в різних системах збудження. На других полюсах в окремих системах збудження обмотки збудження відсутні. За рахунок конструкції полюсів без обмоток збудження зменшуються магнітні опори систем збудження. Але в кожному випадку повинні дотримуватися умови, щоб обидві системи збудження в одній половині поперечного перерізу двигуна створювали одну полярність, в іншій половині - протилежну полярність.

Фіг.4 - на кресленні зображений поздовжній розріз пропонованих електричних двигунів постійного й однофазного змінного струму з роздільними системами збудження (відповідними системам збудження, зображеним на Фіг.1) і з магнітним екрануванням якоря (ротора). Але шихтований магнітний екран з ізольованих пластин електротехнічної сталі або пермаллоя жорстко насаджений на якір (ротор) через ізоляційну прокладку (втулку, циліндр) товщиною 0,5-1,0мм (залежно від потужності двигуна). Магнітний екран через ізоляційну прокладку обертає якір (ротор) і через вал якоря

(ротора) передає крутний момент механічному навантаженню.

Фіг.5 - на кресленні зображений поздовжній розріз пропонованих електричних двигунів постійного й однофазного змінного струму з роздільними системами збудження, у яких системи збудження виконані відповідно до Фіг.3, тобто з обмотками збудження тільки на одному полюсі в кожній системі збудження, а магнітний екран жорстко насаджений на якір (ротор) через ізоляційний циліндр або прокладки товщиною 0,5-1,0мм залежно від потужності двигуна. Магнітний екран через ізоляційні прокладки обертає якір (ротор) і через вал якоря (ротора) передає крутний момент механічному навантаженню.

Фіг.6 - на фотографії показаний якір (ротор) електричного двигуна з роздільними системами збудження й магнітним екрануванням вільно обертового якоря (ротора), показаного на Фіг.2, і використанням екрана як ротор. Шихтований магнітний екран стягнуті вісьма ізольованими шпильками й має свій вихідний вал (на фотографії ліворуч). Праворуч видний колектор. На колекторі на ізоляційній втулці сидить опорний підшипник екрана, зовні закритий металевим кільцем, яке закриває прохід повітря до якоря (ротору). Збоку видно один із симетричних отворів, через які під дією відцентрових сил, з порожнини між якорем (ротором) і магнітним екраном викидається охолоджуване повітря, що засмоктується усередину через симетричні отвори в дисковому колесі, у якому запресований вихідний вал магнітного екрана. Праворуч на фотографії видний кінець вала якоря (ротора), на який напресовується зовнішній підшипник якоря (ротора).

Фіг.7 - на кресленні зображені, в одній з роздільних систем збудження, суцільними лініями зі стрілками магнітні силові лінії від вкладених у пази якоря (ротора) провідників котушок якірної (роторної) обмотки, яка обтікає струмом і магнітний потік поперечної реакції якоря (ротора), що пронизують через зазор магнітний екран на частині двигуна під однією з роздільних систем збудження. Пунктирною лінією зі стрілками позначений напрямок магнітного потоку збудження Φ від однієї з роздільних систем збудження, у яких обмотки збудження перебувають на одному з башмаків роздільної системи збудження, а на других полюсних башмаках обмотки збудження відсутні.

Креслення пояснює фізичний принцип роботи електродвигуна з роздільними системами збудження й магнітним екраном, який виконує функції ротора, незалежно від того, чи посаджений магнітний екран на якір (ротор) жорстко (через ізоляційні прокладки), або якір (ротор) виконаний вільно обертовим, а все механічне навантаження несе тільки магнітний екран.

Фіг.8 - на кресленні зображена петльова обмотка якоря (ротора) для електродвигуна з роздільними системами збудження, виконана на барабанному якорі (роторі) з 16-ю пазами й колектором з 32-ма колекторними пластинами. Обмотка виконана на одну пару полюсів, але на дві роздільні системи збудження (N1-S1, N2-S2).

Відомості, що підтверджують можливість здій-

снення електричних двигунів з роздільними системами збудження й магнітним екрануванням якоря (ротора) і використанням екрана як ротора

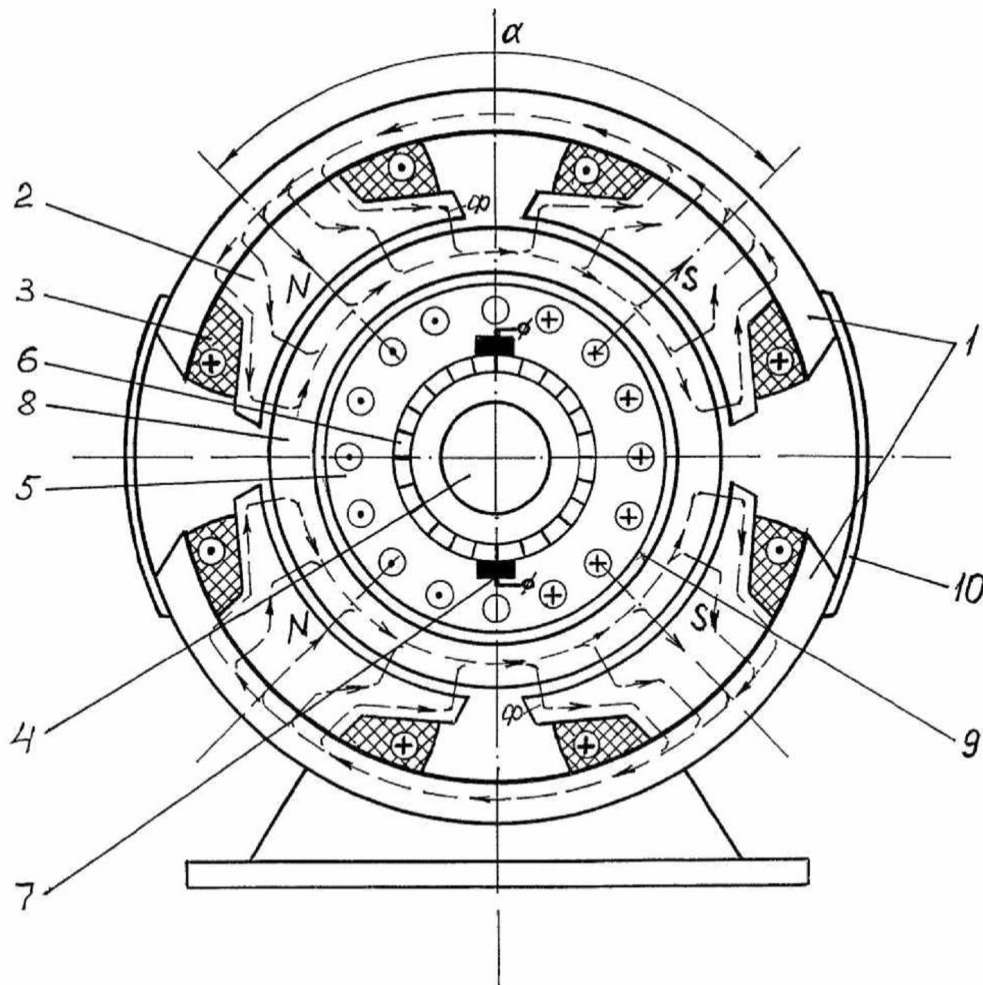
На Фіг.6 на фотографії показаний якір-ротор реактивного двигуна постійного струму з роздільними системами збудження. Якір вільно обертається в підшипниках усередині екрана-ротора. Ліворуч на фотографії видний вихідний вал екрана-ротора. Праворуч видні частина колектора якоря й вал якоря із шийкою для опорного підшипника. На частині колектора щільно сидить кільце з ізоляційного матеріалу, на яке насаджений опорний підшипник 18, екрана-ротора 8, показаний на

Фіг.2. Протилежний кінець валу-якоря 5 впresовано у внутрішній підшипник 11, який зовнішньою обоймою вставлений у дискове колесо 20, виточене, як одне ціле, з вихідним валом 12 екрана-ротора 8.

При випробуваннях двигун показав дуже високі економічні результати.

Проведені також випробування активного двигуна постійного струму, зображеного на Фіг.5. Результати випробувань оцінені як відмінні.

І як показали експериментальні двигуни ця задача успішно вирішена.



Фіг.1

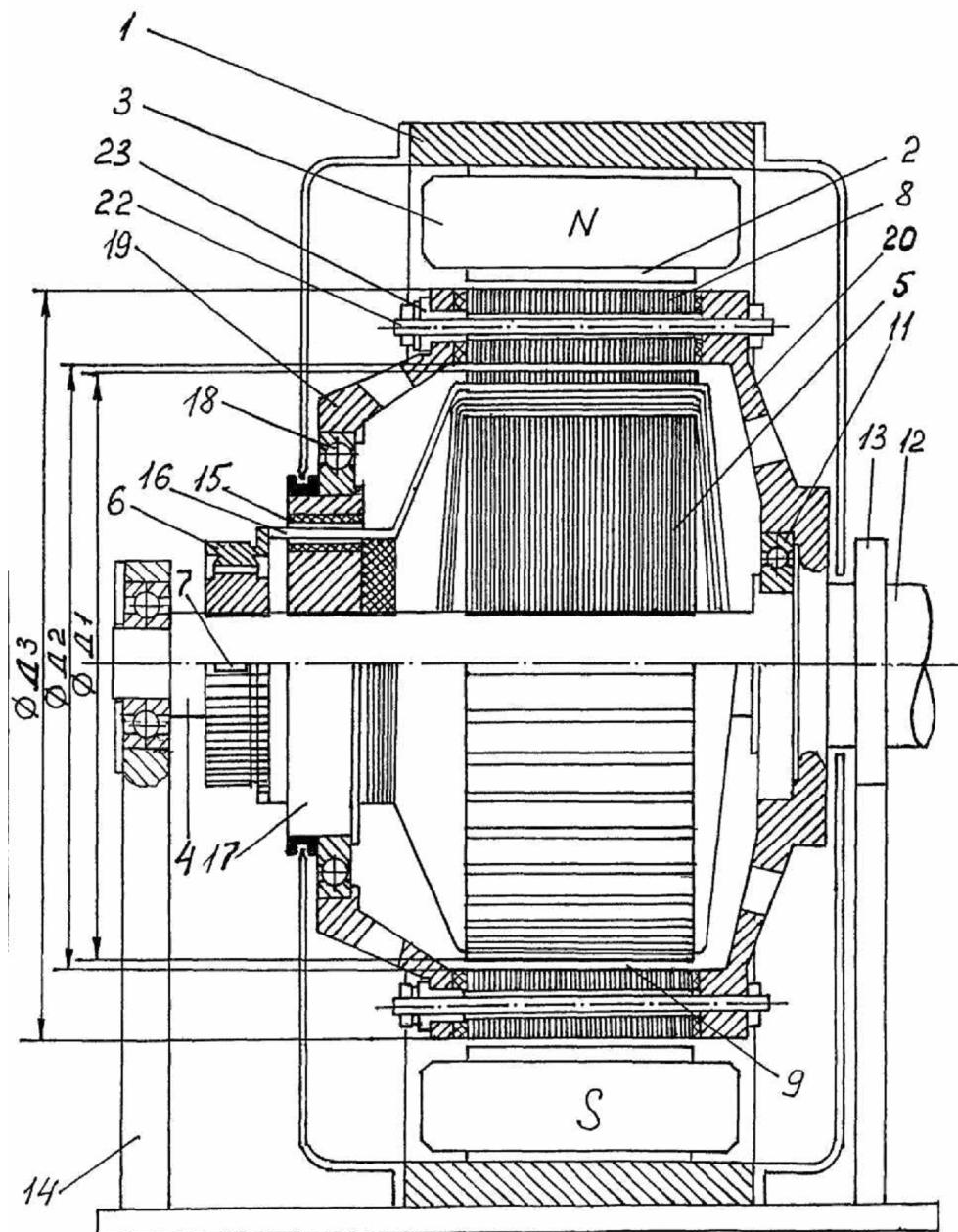


Fig.2

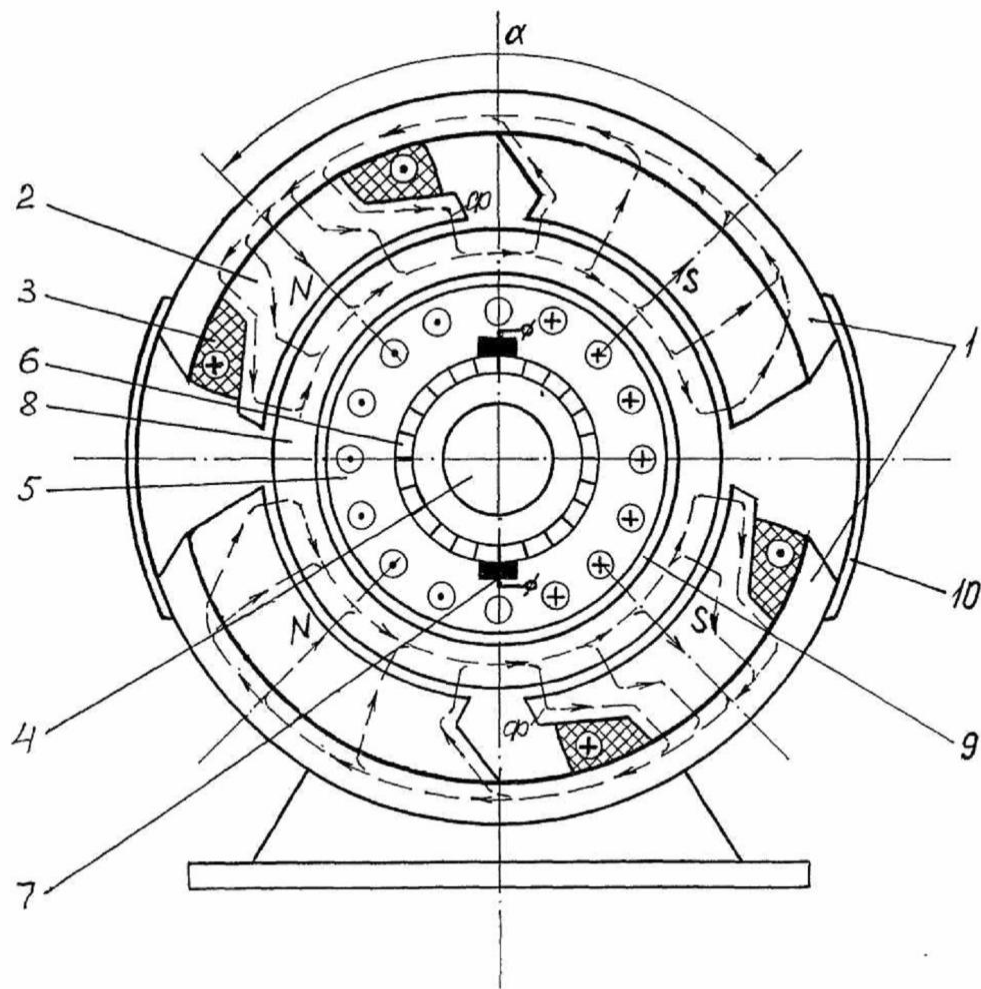


Fig. 3

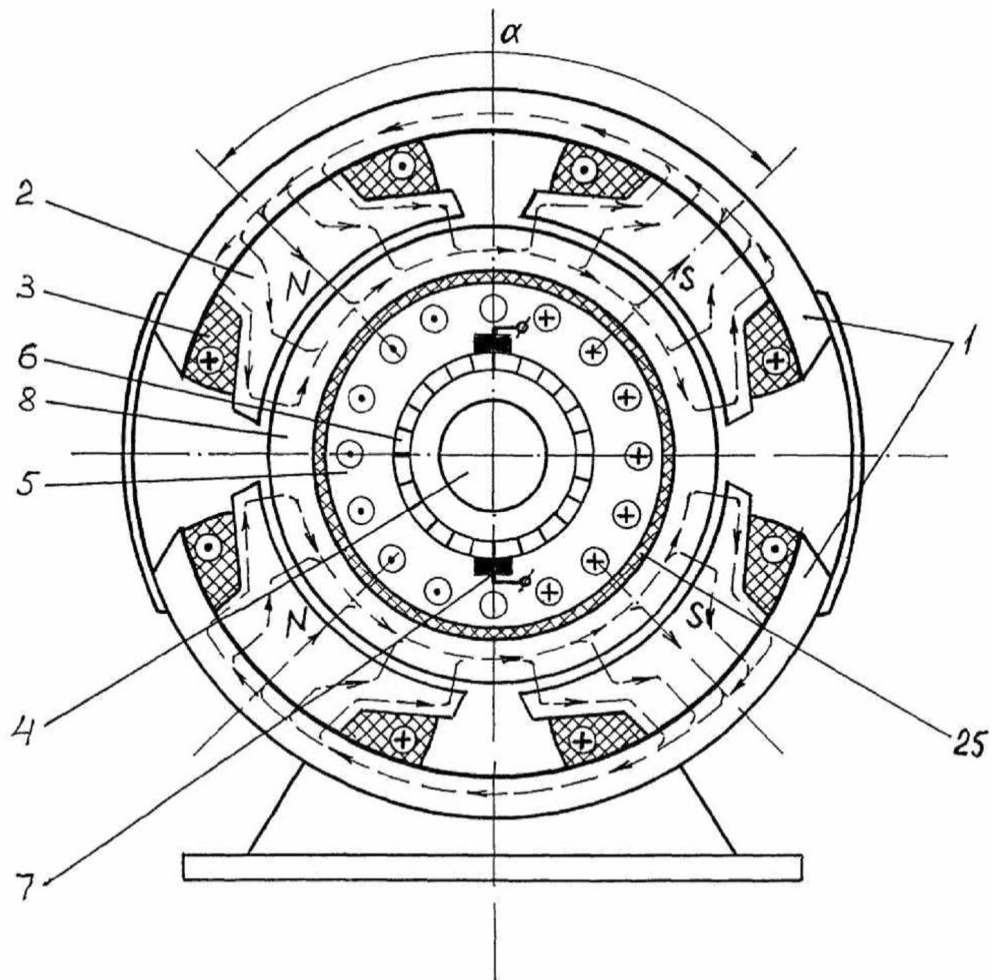


Fig.4

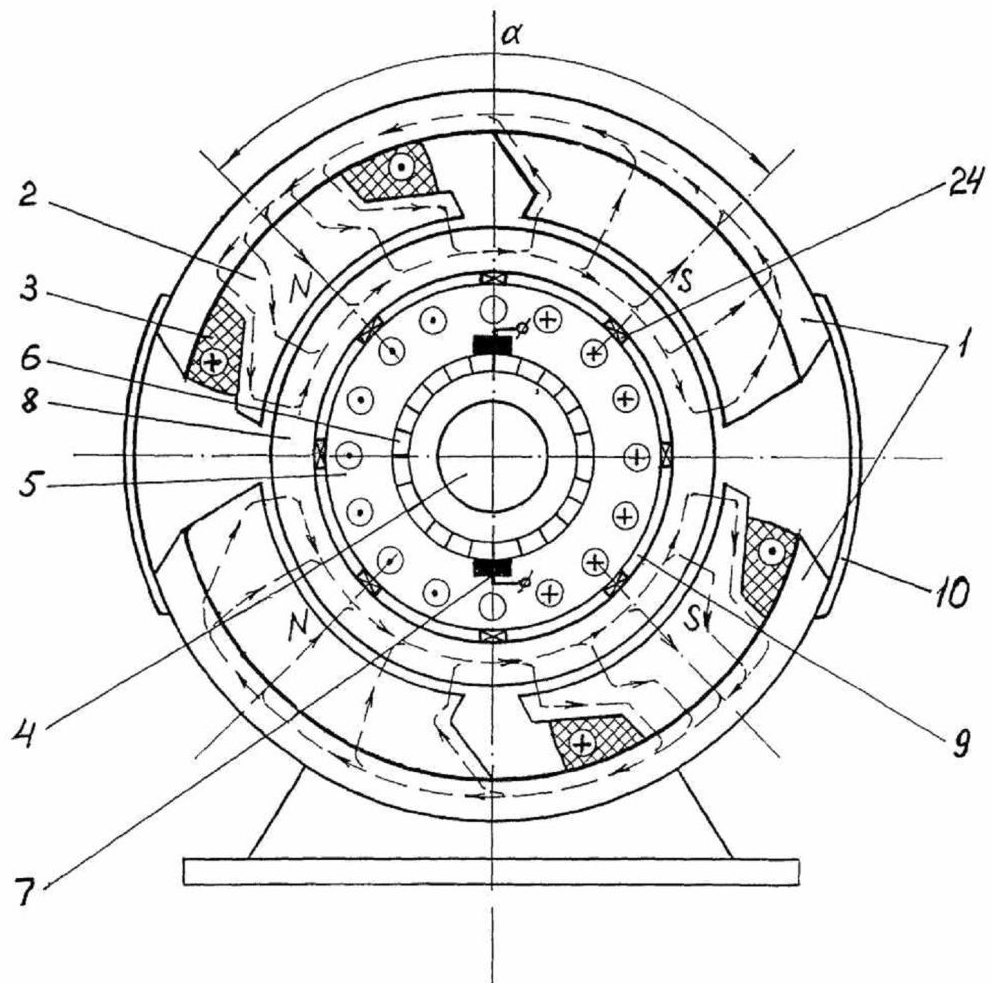


Fig. 5

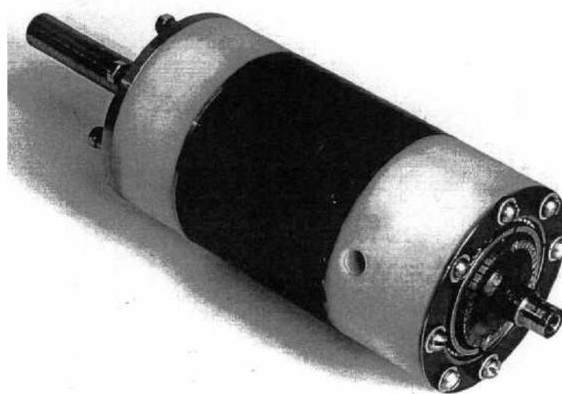


Fig. 6

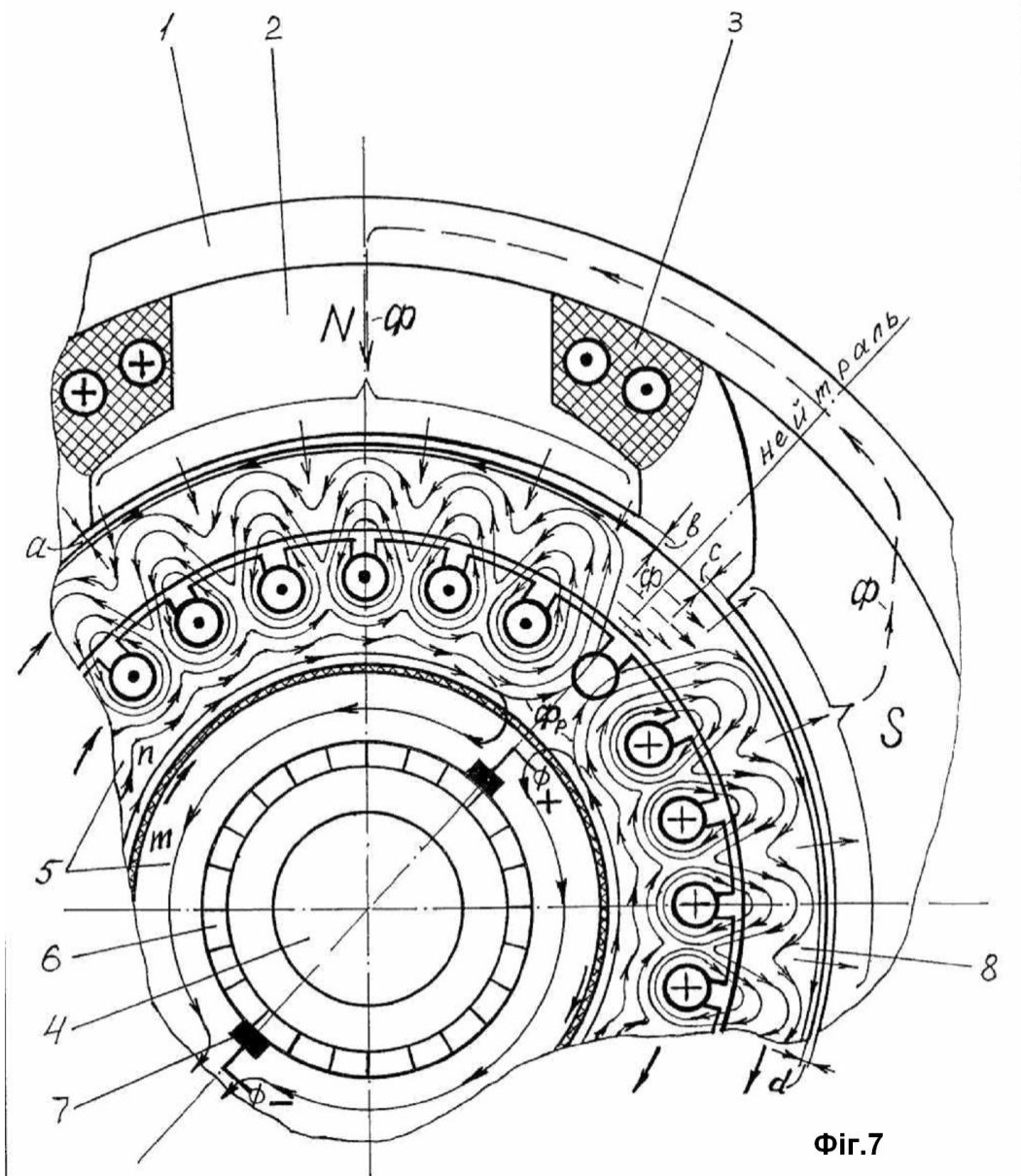


Fig.7

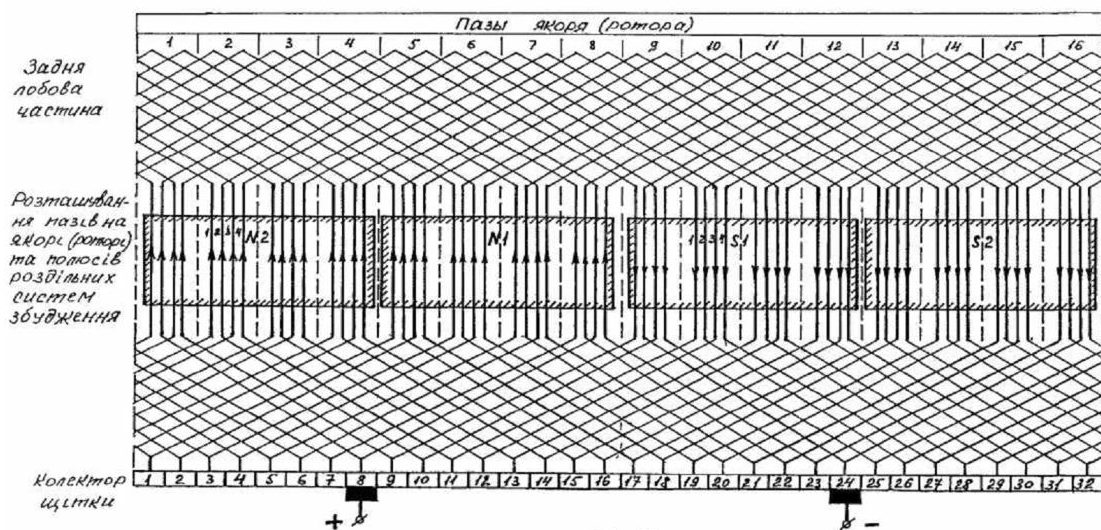


Fig.8

