



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **101118** (13) **C2**
(51) МПК

H02K 19/20 (2006.01)

H02K 21/38 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

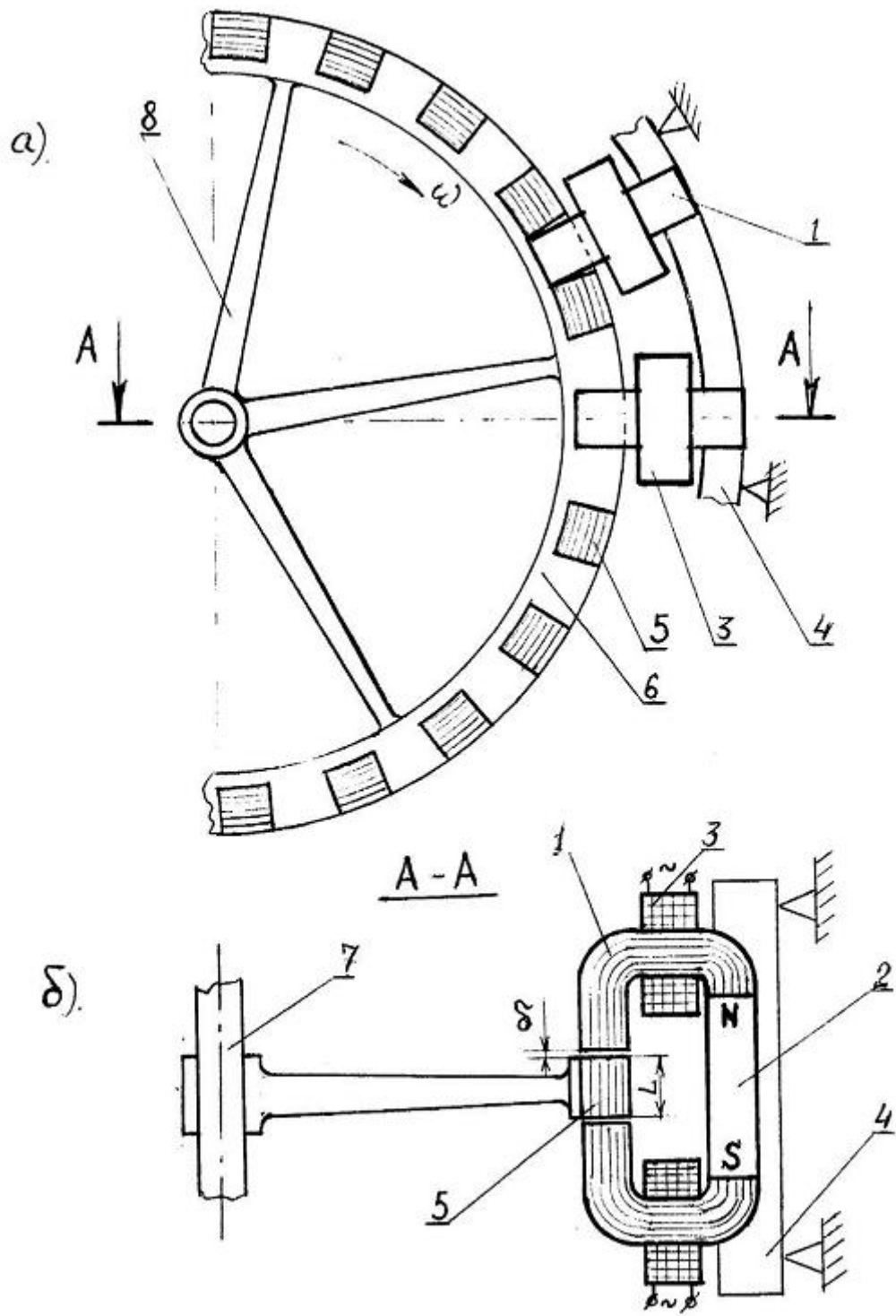
<p>(21) Номер заявки: а 2012 00837</p> <p>(22) Дата подання заявки: 27.01.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.02.2013</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 10.07.2012, Бюл.№ 13</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2013, Бюл.№ 4</p>	<p>(72) Винахідник(и): Трегуб Микола Іларіонович (UA), Козирський Володимир Вікторович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): Трегуб Микола Іларіонович, вул. Курсова, 37, кв. 60, м. Біла Церква, Київська обл., 09116 (UA), Козирський Володимир Вікторович, вул. А. Бубнова, 13, кв. 38, м. Київ-40, 03040, Україна (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: DE 19908557 A1, 09.09.1999 EP 0042884 A1, 06.01.1982 CN 2744054 Y, 30.11.2005 SU 743124 A, 25.06.1980 UA 63405 A; 15.01.2004 UA 95048 C2, 25.06.2011</p>
--	---

(54) ІНДУКТОРНИЙ АКсіАЛЬНИЙ ГЕНЕРАТОР

(57) Реферат:

Індукторний аксіальний генератор має секції магнітопроводу статора, кожна із яких виконана з двома симетричними пакетами із стрічкової електротехнічної сталі, на кожному з яких намотані обмотки з однаковою кількістю витків і шарів, а між пакетами з одного торцевого боку виконаний зазор, а з протилежного встановлений постійний магніт різнойменними полюсами. Феромагнітні зубці ротора виконані пакетами з пластинок листової електротехнічної сталі. Площини стрічок торця магнітопроводу та пластинок зубця ротора в зазорі розташовані взаємно паралельно. Кількість статорних секцій може бути різною, але за парного їх числа взаємно зміщених по дузі кола обертання зубців ротора на ширину зубця і між зубцевого проміжку для зрівноважування дотичної силової дії магнітного поля статора в зазорі на феромагнітні зубці ротора.

UA 101118 C2



Фиг.

Винахід належить до електротехніки, зокрема до синхронних генераторів індукторного типу, які можуть використовуватися в різних галузях народного господарства для перетворення механічної енергії в електричну, наприклад, у вітроелектричних установках для низькошвидкісних вітрів та низьконапірних гідроелектростанціях.

5 Відомі різні типи високонадійних малогабаритних електричних генераторів, наприклад, [Бертинов А.И. Авиационные электрические генераторы/ А.И. Бертинов. - М.: Оборонгиз, 1959. - 187 с.] Серед найбільш поширених надійних електрогенераторів відомі безконтактні електричні машини, наприклад, [Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины / Д.А. Бут. - М.: Высш. шк., 1990. - 416 с.]. В свою чергу серед безконтактних електрогенераторів принципово найвищу надійність мають електрогенератори без рухомих обмоток та магнітів, що характерно для індукторних генераторів, описаних у відомій літературі, наприклад, [Паластин Л.М. Электрические машины автономных источников питания/ Л.М. Паластин. - М.: Энергия, 1972 - 211 с.]. Проте одночасно з найвищою надійністю індукторні генератори все ж мають більшу масу і габарити магнітопроводу, ніж загальновідомі типові синхронні генератори. Тому для зменшення маси і габаритів активних частин ротора застосовують відомі різні конструкції індукторних генераторів, у яких ротор не є суцільним магнітопровідним.

Аналогом запропонованого електрогенератора є відомий тихохідний безредукторний індукторний генератор великого діаметра з ротором кільцеподібного типу та дискретними феромагнітними комутаційними зубцями на ньому: [Патент на кор. мод. № 25813, Україна. Тихохідний електрогенератор, заявка № u200703474; опубл. 27.08.2007, бюл. № 13, 2007 р.]. В такому тихохідному індукторному генераторі магнітний потік збудження, що створюється постійними магнітами на статорі, має радіальний напрям у повітряних зазорах та дотичний всередині дискретного феромагнітного зубця ротора. Така конструктивна схема дозволяє виконувати кільцеподібний ротор великого діаметра для досягнення великих лінійних швидкостей руху феромагнітних зубців ротора відносно статора і велику частоту зміни магнітного потоку за один оберт. Однак у цьому тихохідному генераторі постійні магніти розташовані нераціонально різнойменними полюсами до одного центрального осердя, через яке безпосередньо замикається їх магнітний потік, зменшуючи потокозчеплення з робочою обмоткою. Крім того, розташування обмотки і постійних магнітів між полюсними башмаками і осердям по дузі статора просторово обмежує можливість виконання максимальної кількості полюсів електрогенератора.

Іншим аналогом винаходу є відомий індукторний дуговий генератор [Патент на винахід № 95048 Індукторний дуговий електрогенератор, Україна, H02K 21/38, 21/48, H02P 9/10, 25.06.2011, бюл. № 12]. В цьому генераторі постійні магніти встановлені на статорі однойменними полюсами до кожного осердя нижче від якірних обмоток, а під магнітами на цих же осердях намотані обмотки збудження, сполучені з електронним регулятором. Тут дійсно є принципові можливості регулювання та отримання більшої потужності на дуговому статорі, що важливо для безредукторних вітроелектричних генераторів. Однак, як і в першому аналозі, принциповим недоліком тут слід вважати радіальний напрям магнітного потоку в зазорі, а відповідно і співпадіння напрямів силової дії магнітного поля та відцентрової сили ротора, що може викликати пружні деформації конструкції в напрямі зменшення зазору. Іншими принциповими недоліками радіального неповностаторного індукторного генератора є наявність крайових ефектів у крайніх обмотках та просторова обмеженість мінімізації міжполюсних відстаней статора і відповідно максимальної кількості полюсів ротора. Останній недолік особливо дається взнаки, коли необхідно використовувати дешеві феритові магніти, які для створення розрахункового магнітного потоку повинні мати значно більші розміри, ніж дорогі висококоерцетивні магніти з високою щільністю магнітної енергії.

Спільною ознакою запропонованого електрогенератора та описаних вище аналогів є розташування комутаційних дискретних феромагнітних зубців на кільцеподібному роторі великого діаметра, а постійних магнітів і якірної обмотки на магнітопроводі статора.

Аналогом винаходу також можна вважати безконтактний мікрогенератор змінного струму [SU 743124 A; 25.06.1980], який складається із П-подібного осердя, на одному кінці якого закріплений постійний магніт, а на протилежному кінці якірна обмотка; ротор складається зі спіралі Архімеда, виготовленої із феромагнітного матеріалу, яка встановлена на дископодібному корпусі ротора із немагнітного матеріалу.

Однак феромагнітний елемент ротора у формі спіралі Архімеда має значну нормальну складову своєї проекції відносно напрямку магнітного поля при руху в зазорі, що може, крім гірших умов, проведення магнітного потоку також викликати вібраційні явища в силовому магнітному полі. Крім того, якірна обмотка статора встановлена на одному протилежному від магніту боці магнітопроводу, причому одним своїм боком розташована в зазорі, що є

неприйнятним для генераторів великої потужності, оскільки це багаторазово зменшує магнітний потік та не забезпечує нормального напрямку магнітного потоку через усі контури витків обмотки. До того ж зображена схема мікрогенератора принципово не забезпечує необхідної надійності через високу вірогідність пошкодження провідників обмотки та магніту при можливому їх
5 контакті з обертовим корпусом ротора. В даному аналозі зовсім не вирішене питання зрівноваження силової дії магнітного поля статора на ротор за рахунок взаємного зміщення кількох його секцій.

Спільними ознаками запропонованого генератора та мікрогенератора аналога є виконання корпусу ротора із немагнітного матеріалу, наявність постійного магніту та обмотки на
10 магнітопроводі статора і аксіальний напрям магнітного потоку через феромагнітний елемент ротора.

Найближчим аналогом винаходу є індукторний генератор з аксіальним напрямом магнітного потоку в робочому повітряному зазорі: [Пат. № 63405А, Україна. Індукторний генератор, заявка № 2003043366, опубл. 15.01.2004, бюл. № 1, 2004] в якому ротор виконаний у формі диска, на
15 периферії якого встановлені плоскі зубці, виготовлені з магнітм'якого матеріалу, а статор має три окремі тороїдні магнітопроводи, на кожному з яких намотані обмотка збудження та обмотка якоря. Ці три окремі тороїдні секції статора встановлені по дузі кола обертання зубців ротора і взаємно зміщені на 120 електричних градусів. Магнітний потік у повітряному зазорі та в зубці ротора тут має аксіальний напрям. Принциповими перевагами такого генератора є можливість
20 встановлення габаритних обмоток на магнітопроводі статора при максимальній кількості полюсних зубців ротора і відсутність крайових ефектів, а також неспівпадіння векторів відцентрових сил ротора і силової дії магнітного поля статора.

Однак у конструкції індукторного генератора, взятого за найближчий аналог, принциповими
25 недоліками є затрати енергії на створення магнітного поля збудження і неможливість встановлення постійних магнітів на магнітопроводі статора, оскільки він суцільний замкнений, а також виконання виступаючих радіальних пластинчастих зубців ротора, закріплених лише з одного боку. До того ж, якщо виконувати магнітопровід статора за схемою прототипу з листів електротехнічної сталі, то площа листів у пакеті встановлюється перпендикулярно до
30 напрямку руху зубців ротора, що є небажаним через ступінчастість зміни магнітного опору в зазорі та вібраційні процеси. Крім того, конструкція пластинчастого зубця ротора передбачає рух його площини через зазор перпендикулярно до напрямку силових ліній магнітного потоку, що утворює велике коло для вихрових струмів і відповідно великі енергетичні втрати. Виконання
однобічно закріплених виступаючих пластинчастих зубців ротора, крім недоліків можливих резонансних явищ, буде також викликати ще й аеродинамічні втрати вентиляторного характеру
35 та підвищує вірогідність заклинювання в зазорі магнітопроводу статора при потраплянні туди сторонніх предметів, або через їх пружну деформацію.

В основу винаходу поставлено задачу зменшити енергетичні втрати від вихрових струмів та аеродинамічного опору, зрівноважити дотичну силову дію магнітного поля статора на ротор, а
40 також підвищити надійність конструкції. Поставлена задача вирішується за рахунок виконання кожної секції магнітопроводу статора тороїдної форми двома симетричними пакетами із стрічкової електротехнічної сталі, на кожному з яких намотані якірні обмотки з однаковою кількістю витків; між пакетами магнітопроводу з одного торцевого боку виконаний аксіальний міжполюсний зазор, а з протилежного контактено встановлений постійний магніт різнойменними
45 полюсами. Це дозволяє раціонально розмістити постійні магніти навіть значних габаритів для створення високої магнітної індукції в зазорі. Виготовлення обох частин магнітопроводу із стрічкової сталі забезпечує його тороїдну конфігурацію з розміщенням площин стрічок на торцевій частині паралельно площинам пластин зубців ротора в зазорі. Виконання однакових симетричних якірних обмоток на обох частинах магнітопроводу забезпечує механічну жорсткість
його закріплення і зрівноважує силову дію струмів якоря. Зменшення енергетичних втрат від
50 вихрових струмів досягається за рахунок виконання феромагнітних зубців ротора пакетом пластинок з електротехнічної сталі, розміщених паралельно до силових ліній магнітного поля та колової швидкості їх руху і закріплених на відцентровій периферійній частині кільцеподібного ротора, виготовленій з діелектричного матеріалу.

Технічна суть запропонованого індукторного аксіального генератора пояснюється його
55 схематичним зображенням (Фіг. а, б). Секція статора генератора має тороїдну форму і складається з двох однакових половин магнітопроводу 1, згорнутих із стрічкової електротехнічної сталі, між якими різнойменними полюсами встановлений постійний магніт 2, а на обох частинах магнітопроводу намотані однакові якірні обмотки 3 із однаковою кількістю витків та шарів. Всі названі активні функціональні частини статора закріплені в корпусі 4 з
60 діелектричного матеріалу. Феромагнітні зубці 5 встановлені на периферійній частині 6

кільцеподібного ротора, виконаний з діелектричного матеріалу. Кільцеподібний ротор встановлений на валу 7 на жорстких стрижнях 8. Кількість статорних секцій може бути різною, але за парного числа не менше двох для зрівноважування дотичної силової дії магнітного поля статора в зазорі на феромагнітні зубці ротора за рахунок їх взаємного зміщення по дузі кола

5 обертання ротора на ширину зубця і міжзубцевого проміжку.

Перелік фігур і креслень. На фіг. (а) зображено аксіальну проекцію генератора відносно осі обертання ротора, де видно просторове зміщення двох секцій статора на відстань, яка дорівнює сумі ширини зубця і міжзубцевого проміжку, за якої досягається зрівноважування силової дії магнітного поля та безперервність індукованої електрорушійної сили. На фіг. (б) зображено

10 вигляд радіального перерізу генератора, де видно розташування площини стрічок електротехнічної сталі магнітопроводу 1 в зазорі, а також обмоток 3 на ділянках магнітопроводу і полюсів магніту 2.

Принцип роботи запропонованого індукторного аксіального генератора полягає в тому, що при обертанні механічним приводом з частотою ω кільцеподібного ротора з дискретними феромагнітними зубцями 5, встановленими на суцільній периферійній частині 6 кільця ротора, виготовленій з діелектричного матеріалу, відбувається періодична зміна величини магнітного потоку в магнітопроводі статора. Максимальний за величиною магнітний потік у магнітопроводі встановлюється при повному входженні феромагнітного зубця 5 ротора в міжполюсний простір статора з мінімальними повітряними зазорами δ , а мінімальне значення магнітного потоку встановлюється у магнітопроводі при повному виході феромагнітного зубця з міжполюсного простору і розміщенням там діелектричної немагнітної частини 6 кільця ротора. Величина магнітного потоку змінюється у стільки разів, у скільки аксіальний лінійний розмір L зубця 5 більший від двох розмірів мінімального повітряного зазору δ . При цьому в обох обмотках статора індукується електрорушійна сила і при підключенні навантаження протікає струм, який

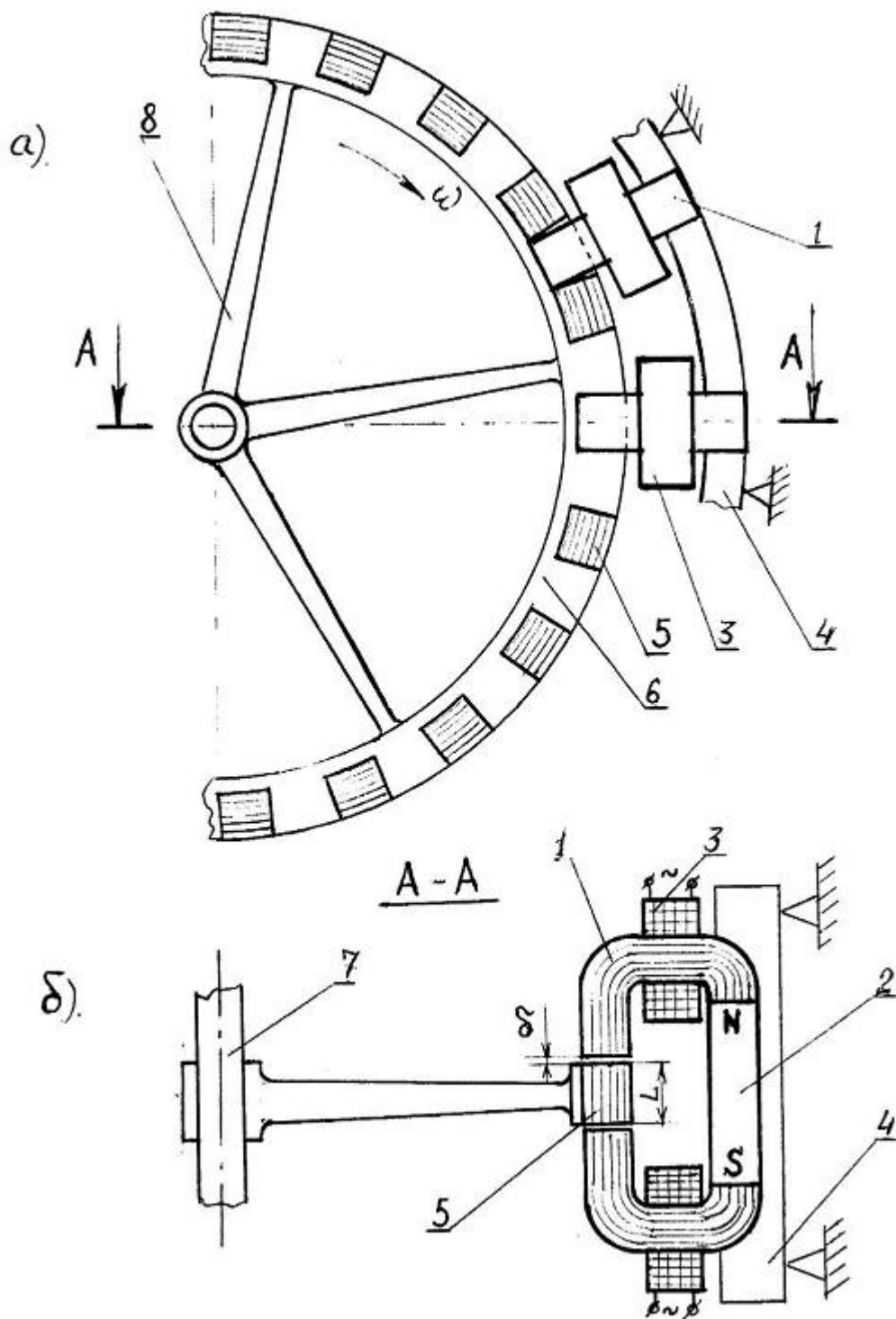
25 викликає реакцію якоря, котра урівноважується за рахунок симетричного відносно зазору розміщення обмоток.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30 Індукторний аксіальний генератор, що складається із окремих взаємно зміщених секцій статора, виконаних із двох половин тороподібного магнітопроводу між якими утворено зазор, при цьому на кожній із половин намотані обмотки, та ротора, феромагнітні зубці якого із магнітом'якого матеріалу встановлені на його немагнітній периферійній дископодібній частині, який

35 **відрізняється** тим, що половини магнітопроводу, навпроти зазору, з'єднані між собою постійним магнітом та виготовлені із стрічкової електротехнічної сталі так, що на їх торцевих частинах площини стрічок встановлені паралельно до площини пластин зубців ротора в зазорі, а обмотки виготовлені з однаковою кількістю витків та шарів і встановлені на кожній половині магнітопроводу симетрично біля зазору, причому зубці ротора виготовлені пакетом пластин із листової електротехнічної сталі, розташованих своїми площинами тангенційно до траєкторії

40 свого руху, при цьому секцій статора щонайменше дві, кожна із яких взаємно зміщена по дузі кола обертання ротора на відстань, що дорівнює сумі ширини зубця і міжзубцевого проміжку.



Фиг.

Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601