



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 145 459** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **H 02 K 1/24, 1/02, 19/22**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

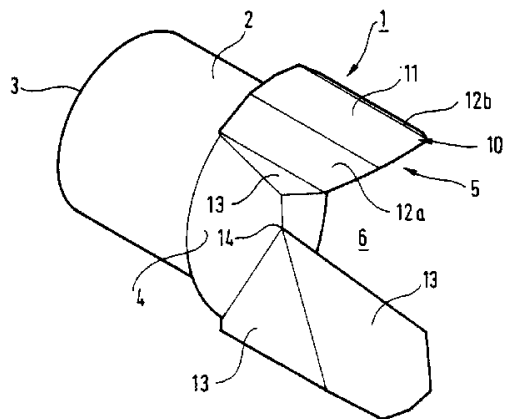
(21), (22) Заявка: 97100981/09, 09.01.1997
(24) Дата начала действия патента: 09.01.1997
(30) Приоритет: 10.01.1996 FR 96 00211
(46) Дата публикации: 10.02.2000
(56) Ссылки: Алсит В.В. Бесконтактные электрические машины. Вып. 16. - Рига: Зинатне, 1977, с.9-10, рис.5 а, б. SU 624339 А, 03.08.78. SU 465692 А, 26.06.75. SU 534830 А, 05.11.76. SU 1457072 А1, 07.02.89. DE 2109617 В2, 11.12.80. FR 1578223 А, 14.08.69.
(98) Адрес для переписки:
129010, Россия, Москва, ул.Б.Спасская, д.25, стр.3, ООО "Городисский и Партнеры", Емельянову Е.И.

(71) Заявитель:
Гец Альстом Мотезр С.А. (FR)
(72) Изобретатель: Алан Геро (FR), Жан-Шарль Мерсье (FR), Андре Массон (FR)
(73) Патентообладатель:
Гец Альстом Мотезр С.А. (FR)

(54) ЗУБЧАТЫЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ РОТОР

(57) Реферат:
Изобретение относится к области электротехники и касается выполнения зубчатого ротора, имеющего 2N полюсов и содержащего первую деталь из магнитного материала, имеющую осевую втулку, у которой один конец является свободным, а другой конец снабжен N зубцами, проходящими в осевом направлении и располагающимися равномерно по периферии данного конца втулки, определяющими обойму между ними, вторую деталь из магнитного материала, имеющую полярность, противоположную полярности упомянутой первой детали из магнитного материала, ту же форму, что и эта первая деталь из магнитного материала, и расположенную против первой детали из магнитного материала, причем каждый зубец упомянутой второй детали из магнитного материала расположен между двумя зубцами упомянутой первой детали из магнитного материала, и наоборот, первая и вторая детали содержат осевую втулку, один конец каждой втулки является свободным, а другой снабжен N зубцами. Ротор также содержит немагнитные перемычки, вставленные между

свободными концами зубцов и каждой из упомянутых деталей и основанием обоймы противоположной детали, и обтекатель из немагнитного материала. Технический результат от использования изобретения состоит в получении простого, технологичного ротора, предназначенного для работы на высоких скоростях, а также характеризующегося невысокой стоимостью. 5 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг.1

RU 2 1 4 5 4 5 9 C 1

RU 2 1 4 5 4 5 9 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 145 459** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **H 02 K 1/24, 1/02, 19/22**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 97100981/09, 09.01.1997
(24) Effective date for property rights: 09.01.1997
(30) Priority: 10.01.1996 FR 96 00211
(46) Date of publication: 10.02.2000
(98) Mail address:
129010, Rossija, Moskva, ul.B.Spaskaja,
d.25, str.3, OOO "Gorodisskij i Partnery",
Emel'janovu E.I.

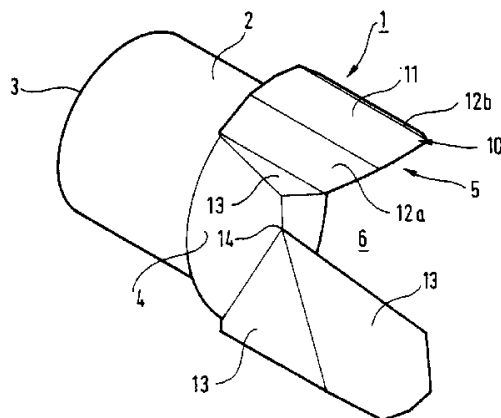
(71) Applicant:
Gets Al'stom Moteehr S.A. (FR)
(72) Inventor: Alan Gero (FR),
Zhan-Sharl' Mers'e (FR), Andre Masson (FR)
(73) Proprietor:
Gets Al'stom Moteehr S.A. (FR)

(54) **TOOTHED ELECTROMAGNETIC ROTOR**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering. SUBSTANCE: toothed rotor with 2N poles has first magnetic-material part incorporating axial hub one of whose ends is loose and other one carries N teeth axially arranged at equal distances over periphery of this end of hub; second magnetic-material part of polarity opposing that of first part, of same shape as the latter and located on opposite side from it; each tooth of mentioned second part is fitted between two teeth of mentioned second part and, vice versa, first and second parts have axial hub; one end of each hub is loose and other one carries N teeth; rotor has also nonmagnetic jumpers inserted between loose ends of teeth and between each mentioned part and base of casing of opposite part; it also has nonmagnetic cowl. EFFECT: simplified design, facilitated

manufacture, increased rated speed, reduced cost of rotor. 6 cl, 6 dwg



Фиг. 1

RU 2 1 4 5 4 5 9 C 1

RU 2 1 4 5 4 5 9 C 1

Изобретение касается зубчатого электромагнитного ротора или, говоря более конкретно, зубчатого электромагнитного ротора, предназначенного для использования в высокоскоростных электрических машинах синхронного типа.

Такие зубчатые электромагнитные роторы образованы некоторой совокупностью связанных между собой немагнитных поляризованных магнитных элементов. Скорости, с которыми могут вращаться некоторые высокоскоростные синхронные электрические машины, в ряде случаев превышают 50000 об/мин. Однако, как было сказано выше, эти роторы представляют собой сборку, состоящую из множества различных деталей. Вследствие этого обстоятельство специалисты, занимающиеся конструированием зубчатых электромагнитных роторов, стремятся создать такие конструкции этих роторов, которые были бы в максимально возможной степени устойчивы к разрыву под действием центробежных сил, сохраняя при этом оптимальный аэродинамический профиль.

Наряду со сборными зубчатыми роторами существуют и сплошные роторы подобного типа. Достаточно большая собственная масса таких сплошных роторов ограничивает допустимую скорость их вращения, поскольку в процессе вращения возникающие центробежные силы пропорциональны массе, находящейся во вращательном движении. Для реализации таких сплошных роторов необходимо использовать технологии сборки типа изостатического сжатия или подобные этой технологии для того, чтобы такой ротор мог надежно противостоять разрушению при высоких скоростях вращения. Эти технологии сборки достаточно дороги и трудны в использовании в условиях серийного производства. Кроме того, в этих сплошных роторах составляющие их детали имеют достаточно сложные формы, и их монтаж представляет определенные трудности.

Цель данного изобретения состоит в том, чтобы предложить компактный электромагнитный ротор зубчатого типа достаточно точно простой конструкции, реализуемый с использованием обычных технологий, который мог бы вращаться с достаточно высокими скоростями, при том, что стоимость изготовления такого ротора вполне совместима с организацией крупносерийного производства.

Для достижения поставленных целей в соответствии с данным изобретением предлагается конструкция зубчатого электромагнитного ротора с 2N полюсами, содержащая:

- некоторую первую деталь, изготовленную из магнитного материала и содержащую осевую втулку, имеющую один свободный конец и один конец, снабженный N зубцами, проходящими в осевом направлении, равномерно распределенными по окружности и локализованными по периферии, и образующий обойму между этими зубцами;

- некоторую вторую деталь, изготовленную из магнитного материала, имеющего полярность, противоположную полярности материала упомянутой первой детали из магнитного материала, причем эта вторая деталь имеет ту же самую форму, что и

первая деталь из магнитного материала, и располагается против этой первой детали из магнитного материала, при этом каждый зубец второй детали из магнитного материала располагается между двумя зубцами первой детали из магнитного материала и наоборот;

- немагнитные перемычки, вставленные между свободными концами зубцов каждой из упомянутых магнитных деталей и основанием обоймы противоположной магнитной детали;

- немагнитные средства закрытия ротора обтекателем.

В предпочтительном варианте реализации каждый зубец содержит некоторую наружную продольную поверхность, имеющую радиальные зоны возрастающего магнитного зазора.

Каждый зубец магнитной детали содержит внутренние расходящиеся поверхности, точка схождения которых локализована в непосредственной близости от центра обоймы.

Каждый зубец содержит многоугольное основание в контакте с осевой втулкой и свободный заостренный конец.

Ротор предлагаемой конструкции содержит по меньшей мере одну моноблочную немагнитную многораспорочную деталь, которая служит перемычкой для нескольких зубцов.

В одном из возможных вариантов реализации предлагаемого изобретения ротор содержит двойные немагнитные перемычки, обеспечивающие непосредственную жесткую связь между диаметрально противоположными зубцами.

Первое преимущество ротора в соответствии с предлагаемым изобретением есть результат наличия центральной выемки ротора, связанной с обоймами магнитных деталей. Следствием этого является снижение веса ротора, что для одной и той же скорости вращения означает уменьшение центробежных сил по сравнению с теми центробежными силами, которые возникают в сплошном роторе.

Второе преимущество ротора предлагаемой конструкции вытекает из его первого преимущества: поскольку уменьшаются возникающие центробежные механические напряжения, соединение различных конструктивных элементов ротора между собой может быть выполнено с использованием технологий сварки и пайки, более широко распространенных и менее дорогостоящих.

Еще одно преимущество предлагаемой конструкции ротора вытекает из специальной формы зубцов, которая позволяет, с одной стороны, ограничить рассеяние магнитного потока, а с другой стороны, уменьшить механические центробежные изгибающие напряжения в зубцах в процессе вращения ротора.

Другие особенности и преимущества предлагаемого изобретения будут лучше поняты из приведенного ниже описания примера его практической реализации, где даются ссылки на приведенные в приложении фигуры, среди которых:

- фиг. 1 представляет собой схематический вид одной магнитной детали с двумя полюсами для четырехполюсного зубчатого ротора в соответствии с предлагаемым изобретением;

- фиг. 2 представляет собой схематический вид детали из немагнитного материала, образующей двойную переемычку и являющейся составной частью четырехполюсного зубчатого ротора в соответствии с предлагаемым изобретением;

- фиг. 3 представляет собой схематический вид четырехполюсного электромагнитного ротора в соответствии с предлагаемым изобретением, где специально для понимания устройства этого ротора не показан его обтекатель;

- фиг. 4А, 4В, 4С представляет собой схематические виды в поперечном разрезе в трех различных положениях плоскости разреза ротора с четырьмя полюсами в соответствии с предлагаемым изобретением.

Ротор в соответствии с предлагаемым изобретением сконструирован таким образом, чтобы он был возможно более легким и имел простую и удобную конструкцию.

Поиски возможностей облегчения конструкции привели к замене в максимально возможной степени используемых немагнитных материалов воздухом. Техническое решение, предложенное в данном изобретении, представляет собой полый ротор или ротор, содержащий выемки и имеющий магнитный зазор, возрастающий радиально по зонам, и гладкий геометрический аэродинамический зазор постоянной величины.

Стремление к получению простой и удобной в изготовлении конструкции обеспечило возможность сокращения количества различных конструктивных деталей ротора в соответствии с предлагаемым изобретением.

Зубчатый электромагнитный ротор, имеющий 2N полюсов, в соответствии с предлагаемым изобретением содержит:

- первую деталь 1, изготовленную из магнитного материала и содержащую осевую втулку 2, имеющую свободный конец 3 и конец 4, снабженный N зубцами 5, проходящими в осевом направлении, локализованными по периферии, равномерно распределенными на ней, и определяющий обойму 8 между этими зубцами;

- вторую деталь, изготовленную из магнитного материала 1' с полярностью, противоположной полярности первой детали из магнитного материала 1, имеющую ту же форму, что и первая деталь из магнитного материала 1, расположенную против первой детали из магнитного материала 1, причем каждый зубец 5' этой второй детали из магнитного материала 1' располагается между двумя зубцами 5 первой детали из магнитного материала 1, и наоборот;

- немагнитные переемычки 7, вставленные между свободными концами 8, 8' зубцов 5, 5' каждой из деталей 1, 1' из магнитного материала и основанием обоймы 6, 6' противоположной детали 1', 1;

- немагнитные средства 9 закрытия ротора обтекателем.

В варианте реализации предлагаемого изобретения, схематически представленном на приведенных в приложении фигурах, число N равно 2. Таким образом, конец 4 (или соответственно 4') втулки 2 (или соответственно 2') содержит два диаметрально противоположных зубца 5 (или соответственно 5').

Зубцы 5, 5' имеют продольную наружную поверхность 10 с выполненными на ней зонами постепенно меняющегося магнитного зазора.

В представленном здесь в качестве примера варианте реализации предлагаемого изобретения продольная наружная поверхность 10 содержит одну центральную зону 11, радиус которой равен наружному радиусу ротора под обтекателем 9, и две боковые скошенные зоны 12а, 12б, располагающиеся по одну и по другую стороны от упомянутой центральной зоны 11. Эти скошенные формы образуют постепенно возрастающие радиальные магнитные зазоры.

В целом форма наружной продольной поверхности 10 позволяет оптимизировать прохождение магнитного потока между центральной зоной 11 и статором данной вращающейся синхронной электрической машины.

Зубцы ротора в соответствии с предлагаемым изобретением имеют внутренние скошенные поверхности 13, точка схождения которых 14 располагается в непосредственной близости от центра упомянутой обоймы 6.

Эта характеристика имеет целью сформировать значительное по величине немагнитное пространство между двумя магнитными массами, примыкающими друг к другу и имеющими противоположные полярности (примыкающие друг к другу зубцы). Это немагнитное пространство позволяет ограничить рассеяние магнитного потока, проходящего непосредственно между двумя соседними полюсами противоположной полярности вместо того, чтобы проходить через статор.

В представленном здесь варианте реализации предлагаемого изобретения зубцы ротора устроены так, что они имеют достаточно большое основание в контакте с осевой втулкой для того, чтобы воспринимать механические изгибающие напряжения зубцов, возникающие под действием центробежных сил, и заостренный свободный конец для того, чтобы ограничить массу на конце зубца и уменьшить таким образом упомянутые изгибающие напряжения в его основании.

Немагнитные переемычки 7, вставленные между свободными концами 8, 8' зубцов 5, 5' каждой из деталей 1, 1' из магнитного материала и основанием обоймы 6', 6' противоположной магнитной детали 1', 1, предназначены для того, чтобы создать некоторое немагнитное пространство между поляризованными зубцами одной из магнитных деталей и основанием обоймы другой магнитной детали противоположной полярности, достаточное для того, чтобы минимизировать рассеяние магнитного потока между зубцами и противоположной магнитной деталью.

Эти немагнитные переемычки 7 выполняют также определенную механическую роль, имея целью обеспечить осевое и радиальное сцепление данного ротора. Это достигается тем, что упомянутые немагнитные переемычки обеспечивают жесткую механическую связь между концами зубцов одной магнитной детали и основанием обоймы другой магнитной детали.

В представленном на приведенных в приложении фигурах варианте реализации предлагаемого изобретения используются двойные немагнитные переемычки, которые в дополнение к жестко механической связи между концами зубцов одной магнитной детали и основанием обоймы другой магнитной детали обеспечивают непосредственную жесткую связь между диаметрально противоположными зубцами, что в значительной мере способствует надежному сцеплению ротора в радиальном направлении.

На фиг. 2 схематически представлена моноблочная двойная немагнитная переемычка в соответствии с предлагаемым изобретением.

Эта моноблочная двойная переемычка имеет в качестве своей дополнительной характеристики статически и динамически уравновешенную форму по отношению к оси вращения данного ротора.

Таким образом, при вращении ротора в этой двойной моноблочной переемычке обеспечивается полное уравновешивание возникающих центробежных сил. То обстоятельство, что данная двойная переемычка выполнена моноблочной, дополнительно повышает надежность конструкции.

В другом возможном варианте реализации предлагаемого изобретения, не представленном здесь, единственная моноблочная деталь обеспечивает функции переемычек для всей совокупности зубцов электромагнитного ротора.

Упомянутые переемычки, одиночные или многосторонние, спроектированы таким образом, чтобы обеспечить выполнение своих немагнитных и механических функций, которые от них требуются, при минимуме используемого материала.

Соединение немагнитных переемычек с зубцами ротора и/или с основаниями обойм может быть осуществлено при помощи любых известных и подходящих в данном случае средств, например, при помощи сварки, пайки, винтового соединения или приклеивания. В соответствии с предлагаемым изобретением механические характеристики средств соединения, требуемые для реализации соединений в данном случае, должны отвечать значительно жестким условиям, чем для сплошных роторов.

Для того, чтобы сохранить для конструкции ротора оптимальный аэродинамический профиль, зубцы ротора в соответствии с предлагаемым изобретением закрываются специальным аэродинамическим обтекателем с помощью немагнитных средств капотирования.

Вследствие специальной конструкции ротора в данном случае этот аэродинамический обтекатель может не образовывать конструктивный элемент осевого или радиального сцепления элементов ротора и, следовательно, может быть изготовлен из любого подходящего в данном случае немагнитного материала, причем толщина этого материала может выбираться такой, чтобы обеспечить прочность этого обкателя только по отношению к своей собственной инерции.

В способе реализации предлагаемого

изобретения, представленном здесь, средства капотирования, образующие аэродинамический обтекатель, содержат полый цилиндр, закрывающий зубцы ротора, и два торцевых кольцевых фланца, охватывающих втулки и закрывающих основания упомянутого цилиндра.

Разумеется, предлагаемое изобретение не ограничивается описанным здесь и представленным на приведенных в приложении фигурах способом реализации. Это изобретение может иметь многочисленные варианты, не выходящие за его рамки и доступные специалисту в данной области техники. В частности, не выходя за рамки предлагаемого изобретения, можно увеличить число полюсов ротора.

Формула изобретения:

1. Зубчатый ротор, имеющий $2N$ полюсов и содержащий две детали из магнитного материала с N зубцами каждая, соединенные, по меньшей мере, одной немагнитной переемычкой, вторая деталь из магнитного материала имеет полярность, противоположную полярности первой детали, и имеет ту же форму, что и первая деталь из магнитного материала, вторая деталь из магнитного материала расположена против первой детали из магнитного материала, зубцы первой и второй деталей из магнитного материала проходят в осевом направлении, а каждый зубец второй детали из магнитного материала расположен между двумя зубцами первой детали из магнитного материала и наоборот, отличающийся тем, что как и первая, так и вторая деталь из магнитного материала содержит осевую втулку, у которой один конец является свободным, а другой конец снабжен N зубцами, расположенными равномерно по периферии данного конца втулки и определяющими обойму между ними, немагнитные переемычки вставлены между свободными концами зубцов каждой из деталей из магнитного материала и основанием обоймы противоположной детали из магнитного материала, при этом ротор содержит обтекатель из немагнитного материала.

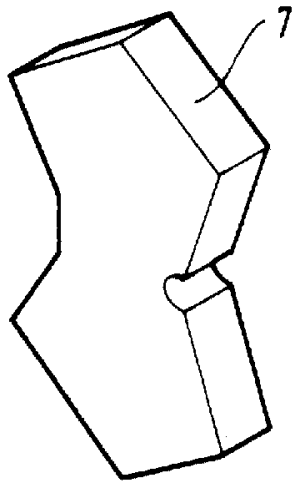
2. Ротор в соответствии с п.1, отличающийся тем, что каждый зубец имеет некоторую наружную продольную поверхность, имеющую радиальные зоны постепенного увеличения магнитного зазора.

3. Ротор по п.1 или 2, отличающийся тем, что каждый зубец детали из магнитного материала имеет внутренние скошенные поверхности, точка схождения которых расположена в непосредственной близости от центра обоймы.

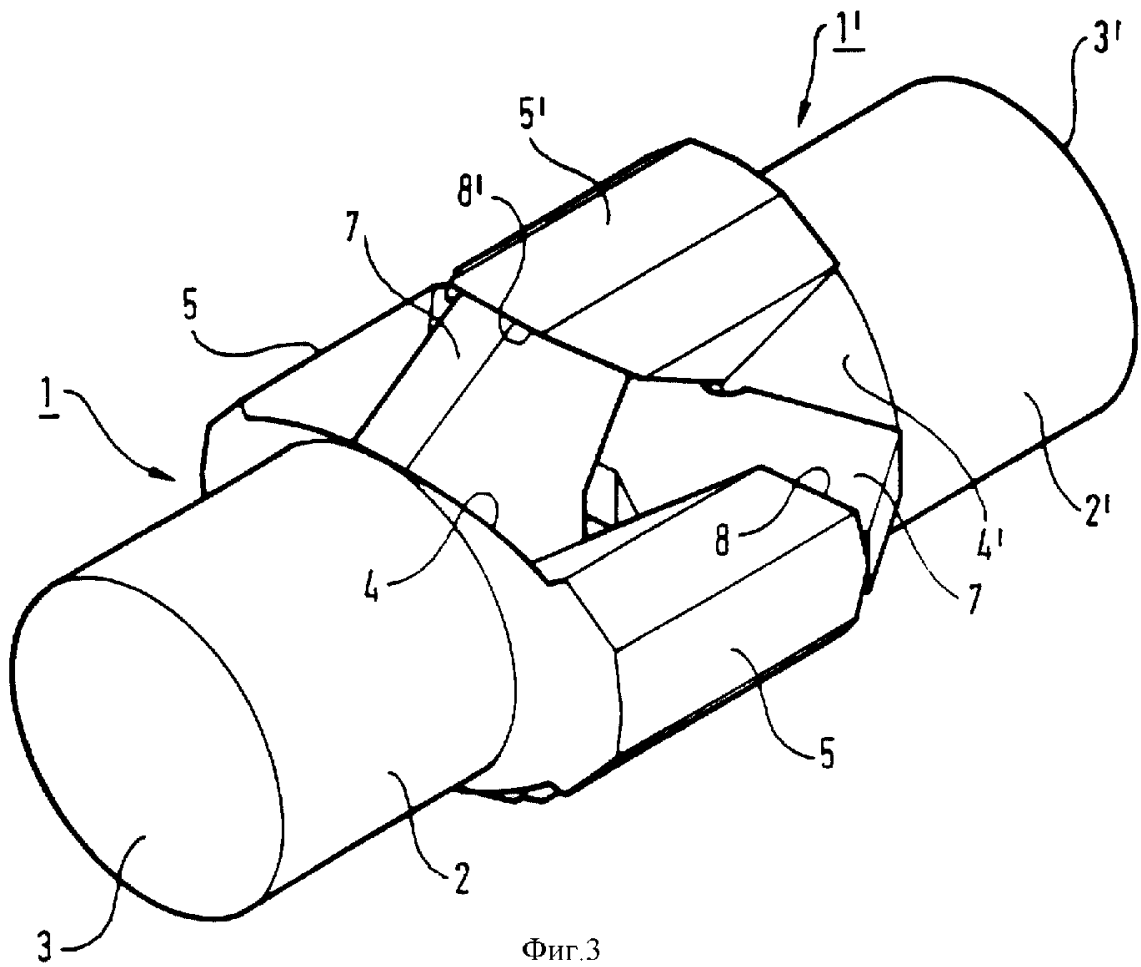
4. Ротор по любому из пп.1 - 3, отличающийся тем, что каждый зубец имеет многоугольное основание в контакте с осевой втулкой и заостренный свободный конец.

5. Ротор по любому из пп.1 - 3, отличающийся тем, что он содержит, по меньшей мере, одну моноблочную немагнитную деталь, одновременно служащую переемычкой для нескольких зубцов.

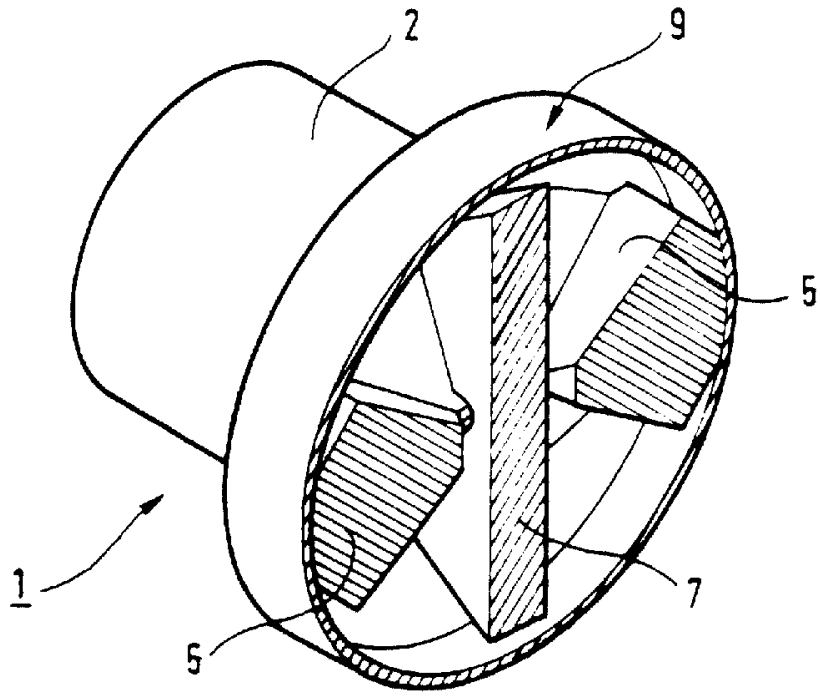
6. Ротор по любому из пп.1 - 5, отличающийся тем, что он содержит двойные немагнитные переемычки, обеспечивающие непосредственную жесткую связь между диаметрально противоположными зубцами.



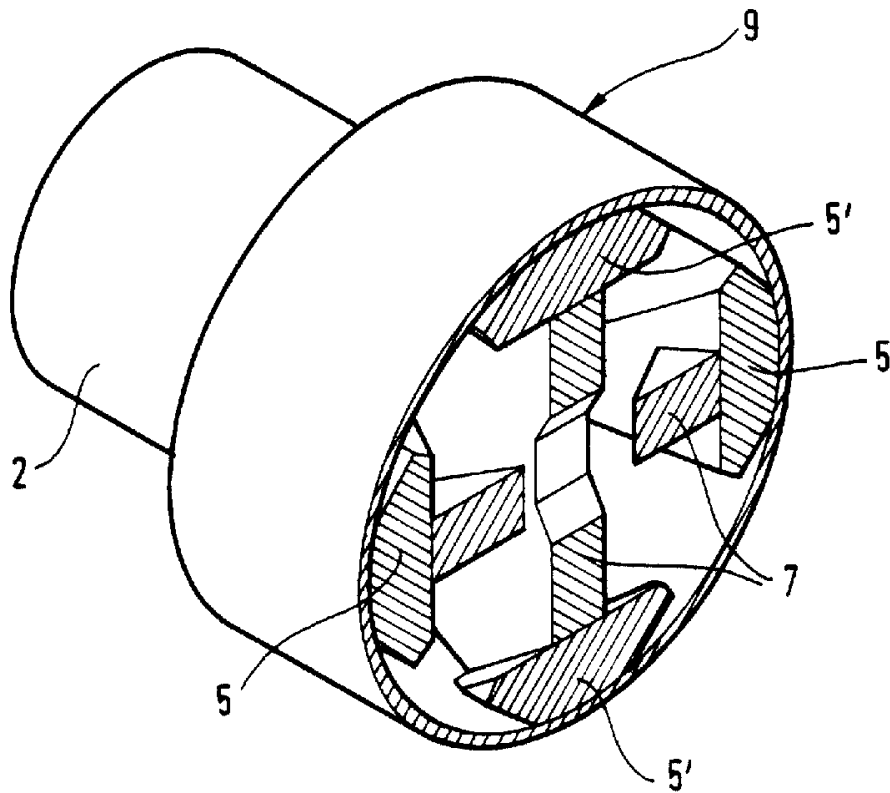
Фиг.2



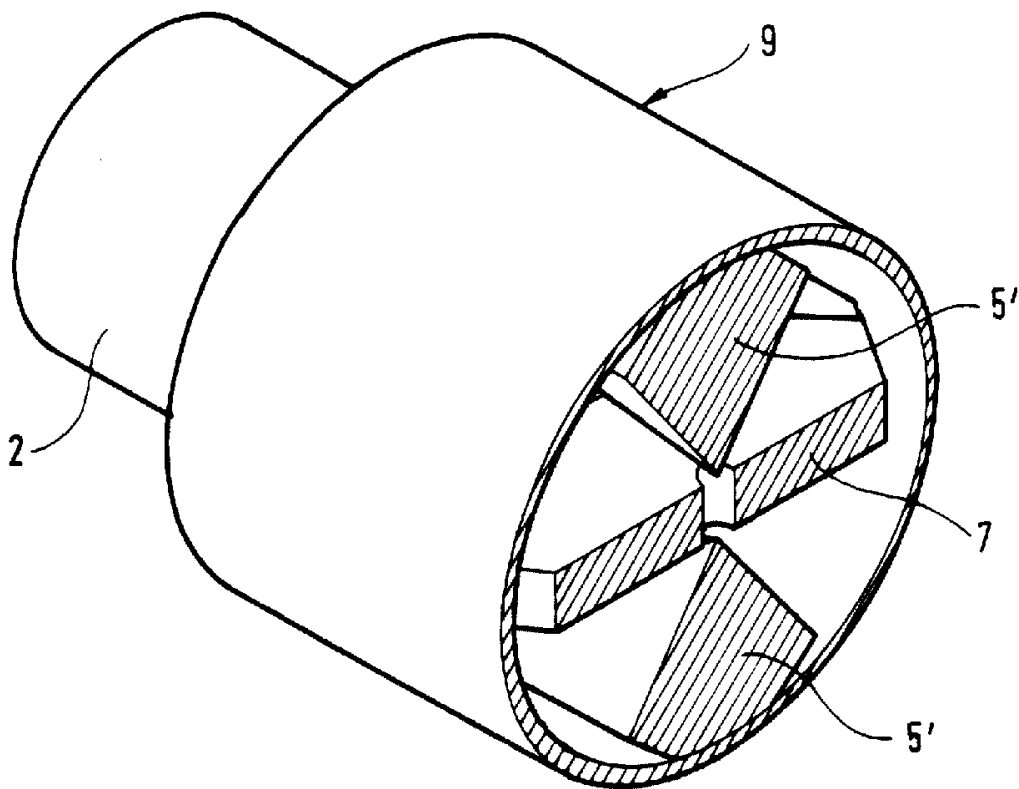
Фиг.3



Фиг.4А



Фиг.4В



Фиг.4С