



(51) МПК

H02K 3/47 (2006.01)*H02K 15/04* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2006137171/09, 23.10.2006**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.10.2006(30) Конвенционный приоритет:
25.10.2005 DE 102005051059.0(43) Дата публикации заявки: **27.04.2008**(45) Опубликовано: **20.06.2009** Бюл. № 17(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **GB 2092833 A, 18.08.1982. SU 314375 A, 02.12.1971. RU 2120174 C1, 10.10.1998. SU 1290462 A1, 15.02.1987. SU 1251237 A1, 15.08.1986. DE 1801263 A1, 23.04.1970. DE 1538843 A1, 26.02.1970. DE 2341713 A1, 14.03.1974. DE 31119325 A1, 16.12.1982. DE 1270668 B, 20.08.1968. US 2361842 A, 31.10.1944.**Адрес для переписки:
**191002, Санкт-Петербург, а/я 5, ООО
"Ляпунов и партнеры", пат.пов.
А.С.Пантелееву, рег.№ 1071**

(72) Автор(ы):

**РОРЕР Рихард (СН),
ШУЛЬЦЕ Енс (СН),
ХОФЕР Реми (СН),
ФОН МОС-ВЁРЛЬ Альбин (СН),
ГАУЛЬ Мартин (СН),
МИТТЕРБЕК Петер (СН),
МАЙЕР Йюрген (СН)**

(73) Патентообладатель(и):

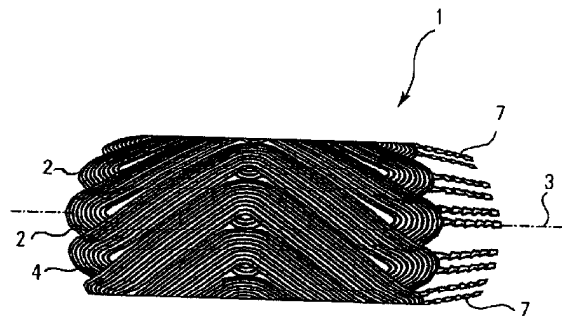
МАКСОН МОТОР АГ (СН)**(54) ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ С МНОГОСЛОЙНЫМИ РОМБОВИДНЫМИ ОБМОТКАМИ**

(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к области электротехники, в частности к электрическим двигателям, имеющим обмотку с воздушным сердечником, и может быть использовано как в роторах двигателей постоянного тока, так и в статорах электронно-коммутируемых (ЕС) двигателей. Сущность изобретения состоит в том, что в электрическом двигателе, содержащем обмотку с воздушным сердечником, составленную из множества отдельных обмоток, выполненных из проводников, в котором отдельные обмотки наложены одна на другую внахлест и отдельным обмоткам предварительно придана такая форма, что образуется смещение в области, по меньшей мере, двух противоположных углов,

согласно первому варианту осуществления изобретения половина сторон отдельных обмоток расположена во внутреннем полем цилиндре, а половина сторон - во внешнем полем цилиндре без наложения на внутренний полый цилиндр. Согласно второму варианту осуществления изобретения половина сторон отдельных обмоток расположена в первой плоскости, а половина сторон - во второй плоскости без наложения на первую плоскость, при этом отдельные обмотки, формирующие, перекрываясь внахлест, обмотку, совместно образуют плоскую обмотку, включающую в себя первую плоскость и вторую плоскость, причем отдельные обмотки обеспечены дополнительным количеством материала проводника в качестве припуска в области

смещения, который формирует предпочтительно U-образную или петлеобразную выпуклость на внутреннем контуре отдельной обмотки. Данное изобретение направлено на достижение технического результата, состоящего в удешевлении и облегчении сборки обмоток с воздушным сердечником для электрических двигателей. 3 н. и 13 з.п. ф-лы, 9 ил.



Фиг. 1

R U 2 3 5 9 3 8 7 C 2

R U 2 3 5 9 3 8 7 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
H02K 3/47 (2006.01)
H02K 15/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006137171/09, 23.10.2006**

(24) Effective date for property rights:
23.10.2006

(30) Priority:
25.10.2005 DE 102005051059.0

(43) Application published: **27.04.2008**

(45) Date of publication: **20.06.2009 Bull. 17**

Mail address:
191002, Sankt-Peterburg, a/ja 5, OOO "Ljapunov i partnery", pat.pov. A.S.Panteleevu, reg.№ 1071

(72) Inventor(s):
**RORER Rikhard (CH),
ShUL'TsE Ens (CH),
KhOFER Remi (CH),
FON MOS-VERL' Al'bin (CH),
GAUL' Martin (CH),
MITTERBEK Peter (CH),
MAJER Jjürgen (CH)**

(73) Proprietor(s):
MAKSON MOTOR AG (CH)

(54) **ELECTRIC MOTOR WITH MULTILAYERED RHOMB-SHAPED WINDINGS**

(57) Abstract:

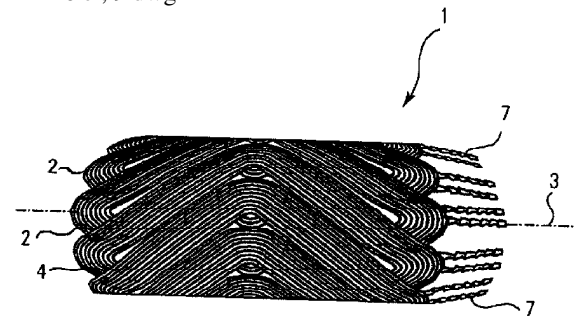
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: present invention relates to electrical engineering, particularly to electric motors, with windings with an air core, and can be used in rotors of dc motors, as well as in stators of electronic-commuted (EC) motors. The electric motor contains a winding with an air core, made from several separate windings, made from conductors. The separate windings are superimposed on each other and have such a shape that there is shifting in the region of at least two opposite corners. According to the first version of the invention, half the sides of the separate windings is in an inner hollow cylinder, and the other half is in an outer hollow cylinder without overlapping the inner hollow cylinder. According to the second version, half of the sides of separate windings is in a first plane, and the other in a second plane, without overlapping the first plane. The overlapping separate windings together form a flat

winding, which comprises a first plane and a second plane. The separate windings are provided with an extra amount of conductor material as allowance in the shifting region, which forms preferably a U-shaped or loop-shaped bulge on the inner contour of the separate windings.

EFFECT: lower costs and easier assembly of windings with an air core for electric motors.

16 cl, 9 dwg



Фиг. 1

RU 2 359 387 C2

RU 2 359 387 C2

Настоящее изобретение относится к электрическому двигателю, имеющему обмотку с воздушным сердечником, составленную из множества отдельных обмоток, выполненных из проводников, в которой отдельные обмотки наложены одна на другую внахлест.

Настоящее изобретение, в частности, относится к обмотке с воздушным сердечником, используемой как в роторах двигателей постоянного тока, так и в статорах для электронно-коммутируемых (ЕС) двигателей.

Подобно большинству электрических двигателей, описанные здесь двигатели в основном могут быть сконструированы как вращающиеся двигатели или как линейные двигатели. В этом случае отдельные обмотки накладываются одна на другую внахлест плоско или с изгибом; вместо замыкания для формирования симметричного полого цилиндра они имеют передний и задний концы в направлении движения. Линейный двигатель, задающий прямолинейное направление движения, в основном является результатом цилиндрической проекции вращающегося двигателя. Радиальная координата проецируется на декартовы координаты перпендикулярно направлению движения, тангенциальная координата или угловая координата проецируется на декартовы координаты в направлении движения, и осевая координата проецируется на декартовы координаты перпендикулярно двум другим вышеуказанным. Термины цилиндрические координаты будут в дальнейшем использоваться аналогичным образом и одновременно определять соответствующие декартовы координаты в этой проекции.

Отдельные витки согласно уровню техники обычно изготавливают из проволоки, имеющей, в дополнение к изоляции, слой, предоставляющий возможность склеивания или спекания. Благодаря этому процесс изготовления также мог состоять из нескольких отдельных шагов без необходимости обеспечивать механическое сцепление между отдельными обмотками.

Цилиндрические обмотки для электрических машин известны по предшествующим разработкам, например по DE 1538843 A1, где обмотки изготовлены из проволоки и растянуты с целью придания им ромбовидной формы.

Метод изготовления подобных цилиндрических обмоток для электрических машин известен из DE 1801263 A1.

Такие обмотки используются как в роторе небольших двигателей постоянного тока с постоянным возбуждением, так и в статоре электронно-коммутируемых электрических двигателей.

Механически коммутируемые двигатели постоянного тока, имеющие подобные обмотки, упоминаются также как двигатели, имеющие роторы без сердечника, электрические двигатели с конусообразными роторами или асинхронные двигатели с чашеобразным и полым ротором. Соответствующие электронно-коммутируемые двигатели называются двигателями, имеющими обмотку с воздушным сердечником, или беспазовыми двигателями/двигателями с бесключевым запуском.

Эти двигатели ценятся и широко применяются благодаря их высокой эффективности, отсутствию момента стопора и их линейным пусковым характеристикам (разомкнутая цепь и/или замкнутая цепь).

Линейные двигатели, имеющие соответствующую структуру, также известны из уровня техники. По предшествующим разработкам также известны электрические двигатели, имеющие обмотки, выполненные из цилиндров с одной обмоткой.

Предметом настоящего изобретения являются электрические двигатели, имеющие улучшенную электрическую и механическую симметрию и более высокую

производительность. Кроме того, предметом настоящего изобретения является достижение более высокой степени автоматизации процесса производства подобных электрических двигателей.

5 Одно универсальное решение данной проблемы заключается в предварительном формировании отдельных обмоток таким образом, чтобы создать смещение по меньшей мере в области двух противоположных углов, так чтобы половина сторон размещалась в одной плоскости и половина сторон размещалась в другой плоскости.

10 В конкретном воплощении под этим может подразумеваться, что каждая сторона отдельной обмотки расположена в радиально другой плоскости относительно соответствующей другой стороны на той же осевой высоте, чтобы можно было отдельные обмотки разместить одну над другой внахлест. Опционально эти плоскости изогнуты и имеют цилиндрическую форму. Эта смена плоскости в дальнейшем упоминается как смещение.

15 Для реализации размещения внахлест необходимо смещение по меньшей мере в области двух противоположных углов отдельной обмотки в области продольных концов обмотки. Эта область продольных концов обмотки в дальнейшем упоминается как нейтральная зона.

20 Благодаря размещению внахлест достигается оптимальное использование пространства обмотки. В результате это приводит к оптимизации удельной мощности. Другое преимущество, реализуемое посредством решения согласно настоящему изобретению, состоит в том, что отдельные обмотки взаимно выравнивают друг друга, что приводит к улучшенной симметрии. В двигателях постоянного тока, а также в электрически коммутируемых двигателях достигается улучшенная электрическая симметрия, что, соответственно, способствует более плавной и с меньшими потерями работе двигателя. В двигателях постоянного тока благодаря этому наблюдается еще одно преимущество - меньшая

25 несбалансированность и большая однородность вращения ротора. Кроме того, конструкция предлагает простую возможность автоматизировать изготовление обмотки. Преимущественные воплощения электрического двигателя далее объясняются в зависимых пунктах формулы изобретения.

30 В предпочтительном воплощении отдельная обмотка, при ее рассмотрении в развернутом виде, уложена по спирали вокруг оси, которая, когда обмотка находится в свернутом состоянии, простирается в радиальном направлении, так чтобы проводники в нейтральной зоне были расположены практически по касательной. Это воплощение в дальнейшем будет называться концентрическое

35 воплощение. Поскольку отдельные обмотки в готовой катушке не перекрываются в этой области, смещение в этой области может быть выполнено опционально по кривой.

40 Это воплощение позволяет особо удобным способом выполнить параллельную намотку нескольких проводников так, чтобы они были расположены параллельно

45 оси намотки в развернутой обмотке и перпендикулярно, бок о бок, к оси вращения или, соответственно, к плоскости движения в намотанном виде. В готовой обмотке провода, намотанные параллельно, соединены электрически параллельно.

50 Другое преимущественное воплощение состоит в скручивании или свивании множества изолированных отдельных проводников с целью формирования жгута перед процессом намотки, в котором в готовой обмотке отдельные провода жгута соединены электрически параллельно. Конечно, также может использоваться и только один проводник на обмотку.

Если в отдельной обмотке предусмотрено дополнительное количество проводника в качестве припуска, предназначенного на смещение, это особенно удобно, поскольку дополнительное количество провода необходимо для осуществления смещения и поскольку наличие дополнительного провода в этой области препятствует чрезмерному его натяжению.

В одном воплощении такой припуск можно удобно реализовать, если сформировать его в виде U-образной или петлеобразной выпуклости внутреннего контура обмотки, и обе, внутренняя и наружная, части отдельной обмотки имеют predetermined форму, поскольку таким образом получается точное геометрическое замыкание по всей диагональной линии и достигается преимущество оптимального использования пространства, а также самовыравнивания.

В другом преимущественном воплощении отдельная обмотка выполнена асимметричной в том смысле, что отдельная обмотка, по крайней мере в развернутом плоском состоянии, имеет фактически четырехугольную форму с неравными длинными сторонами и/или форму четырехугольника с двумя соседними короткими сторонами одинаковой длины и двумя соседними длинными сторонами одинаковой длины (дельтоид). Используя конструкцию отдельной обмотки, в развернутом плоском состоянии имеющую вид четырехугольника с двумя соседними короткими сторонами одинаковой длины и двумя соседними длинными сторонами одинаковой длины, можно собрать всю обмотку таким образом, что все отдельные обмотки располагаются рядом друг к другу вплотную. Хотя, если отдельные обмотки сконструированы симметричными, стороны, расположенные радиально снаружи, обеспечены зазорами, если внутренние стороны расположены друг близко к другу, асимметрия сторон может быть спроектирована такой, что в готовой обмотке и наружные стороны, и внутренние стороны расположены близко друг к другу, так чтобы было получено точное геометрическое замыкание по всей диагональной линии в обоих слоях и преимущество как оптимального использования пространства, так и самовыравнивания усиливалось выгодным способом. Для очень тонкостенных цилиндров радиусы внутреннего и внешнего слоя едва различимы, а идеальная форма приближается к симметричной. Для не изогнутых линейных двигателей идеальной формой является симметричная.

В другом предпочтительном воплощении отдельные обмотки снабжены отдельными витками между, в идеальном случае, смежными диагональными сечениями, в идеальном случае, в центральном осевом положении, характеризующимися меньшим наклоном сечения, проходящим, в идеальном случае, параллелью оси, причем указанное сечение образует, в идеальном случае, шестиугольник. Так, в двигателях с вытянутыми обмотками можно достичь более высокой удельной мощности. Центральные секции могут быть прямыми или также слегка наклонены. Немного наклоненная конструкция оказывает эффективное воздействие на стабильность обмотки по сравнению с полностью прямым воплощением, так как обмотки благодаря этому смещены или переплетены также в этой части.

В другом предпочтительном воплощении отдельные обмотки намотаны, в развернутой форме, вокруг оси, которая в свернутой обмотке проходит в тангенциальном направлении так, что проводники в нейтральной зоне расположены практически радиально, таким образом создавая смещение.

Специфическая четырехугольная или шестиугольная форма достигается последующим продольным растяжением.

5 Вся обмотка изготовлена из отдельных обмоток, что создает выгодное воплощение для получения более точного положения провода и конструкции. Это воплощение подобно воплощению, описанному выше, и, следовательно, оказывает аналогичным способом положительное воздействие на симметрию, использование

пространства и возможности сборки.

Обмотка предпочтительно выполнена из отдельных проводников или из проводников, свитых/скрученных в жгут, но также может быть выполнена из отдельных проводников, проложенных параллельно.

10 Как альтернатива продольному натяжению отдельная обмотка может быть сформирована в еще одном воплощении так, что в дополнение к радиальному смещению на обоих концах обмотки она содержит два дополнительных смещения в других точках инверсии. Под точками инверсии понимают области, в которых проводники меняют свое направление.

15 Если отдельная обмотка содержит начальный концевой участок и завершающий концевой участок однослойного или многослойного проводника, формирующего отдельную обмотку, причем начальный концевой участок и завершающий концевой участок выведены наружу в область одного из углов отдельной обмотки, электропитание на готовую обмотку можно подвести исключительно легко традиционными средствами.

20 Чтобы обеспечить необходимое токопроводящее соединение между отдельными обмотками, выгодно в одной модификации, особенно для двигателей постоянного тока, если один начальный концевой участок первой отдельной обмотки соединен с завершающим концевым участком второй отдельной обмотки для формирования соединительного провода ротора. Соответствующее воплощение также может использоваться для электронно-коммутируемых двигателей.

30 Изобретение также имеет отношение к способу производства электрического двигателя, содержащего обмотку согласно любому из пунктов формулы изобретения устройства. Целью настоящего изобретения здесь также является достижение более высокой степени автоматизации производства и улучшение качества обмотки.

35 Особенно хороший контакт с малыми затратами можно достичь, если начальный концевой участок слоя провода первой отдельной обмотки электрически соединить/скрутить с завершающим концевым участком смежной отдельной обмотки, причем начальный концевой участок провода первой отдельной обмотки провести по наружной стороне второй отдельной обмотки вплоть до завершающего концевого участка провода второй отдельной обмотки.

40 Также предпочтительно, чтобы каждый из проводников менял плоскость на нижнем и верхнем концах соответственно, проходя перпендикулярно к плоскости проекции. Это позволит реализовать быстрый и простой переход проводников от одной плоскости к другой.

45 Если стороны, расположенные снаружи в свернутой обмотке, наклонены более сильно, чем стороны, расположенные внутри в свернутой обмотке, можно реализовать еще одно предпочтительное воплощение.

Ниже приводится более подробное объяснение примеров воплощений настоящего изобретения с чертежами. На чертежах представлены:

50 на Фиг.1 - вид сбоку обмотки согласно изобретению с отдельными обмотками в концентрической форме;

на Фиг.2 схематически дано детальное представление воплощения отдельной

обмотки в концентрической форме, но в развернутом плоском состоянии;

на Фиг.3 - детальное представление воплощения отдельной обмотки в распределенной форме в развернутом плоском состоянии;

на Фиг.4 - детальное представление другого воплощения отдельной обмотки в распределенной форме в развернутом плоском состоянии;

на Фиг.5 показаны два схематических представления двух других воплощений отдельной обмотки в развернутом плоском состоянии, одно с незначительно скошенными и одно с прямыми отрезками;

на Фиг.6 - схематическое представление расположения внахлест слоев нескольких отдельных обмоток;

на Фиг.7 - схематическое детализированное частичное представление двух отдельных обмоток, расположенных слоями внахлест, с начальным и завершающим концевыми участками проводника, в котором один завершающий концевой участок отдельной обмотки электрически соединен с начальным концевым участком другой отдельной обмотки; и

на Фиг.8a и 8b - аксиальные проекции представлений смещения в двух различных примерах воплощений.

На Фиг.1 показан вид сбоку целой обмотки 1 электрического двигателя согласно настоящему изобретению. Обмотка 1 содержит полое цилиндрическое тело. Полое цилиндрическое тело обмотки составлено из множества отдельных обмоток 2. Отдельные обмотки, таким образом, чередуются, уложенные одна над другой внахлест. На фиг.1 можно видеть одну половину отдельной обмотки 2, тогда как другая половина соответствующей отдельной обмотки 2 закрыта смежной отдельной обмоткой 2. Одна половина отдельной обмотки 2 поэтому расположена на внешней стороне обмотки 1, а другая половина - на внутренней стороне обмотки 1. Обмотка 1 имеет центральную ось симметрии 3, которая является одновременно также и осью вращения ротора и ее же продольной осью. Симметрия внутренней структуры обмотки в идеале является осевой симметрией. Одна половина отдельной обмотки 2 имеет меньшее расстояние до этой оси симметрии, чем другая половина отдельной обмотки 2. Таким образом, отдельная обмотка имеет два различных радиуса кривизны. Три провода 4, расположенные радиально над другими, формируют отдельную обмотку 2 в виде концентрической ромбовидной конфигурации сторона к стороне. Три провода формируют начальный концевой участок 5 и завершающий концевой участок 6. Отдельные проводники 4 завершающего концевой участка 6 первой отдельной обмотки 2 электрически соединены с проводниками 4 начального концевой участка 5 второй отдельной обмотки 2 и формируют соединительный провод 7 обмотки. Соединительный провод 7 хорошо виден на Фиг.1 по сравнению с начальными концевыми участками 5 и завершающими концевыми участками 6 проводника 4. Начальные концевые участки 5 и завершающие концевые участки 6 проводников можно лучше рассмотреть на Фиг.2.

Также хорошо видно, что отдельные обмотки 2 перекрывают друг друга внахлест и что одна половина сторон расположена во внутреннем цилиндре 16, тогда как другая половина сторон расположена во внешнем цилиндре 15, образуя смещение. Половина сторон расположена в первой плоскости 18, а другая половина сторон, формируя смещение 17, расположена в параллельной к ней плоскости 19. Форма отдельных обмоток 2 такова, что отдельные обмотки 2 сформированы на по меньшей мере одной секции по меньшей мере одной стороны 9, 10, 11, 12 так, что

наружный край одной обмотки 1 соприкасается с внутренним краем смежной обмотки 1 таким образом, что тангенциальная свобода движения отдельной обмотки 2 ограничена посредством геометрического замыкания. Наклонная часть сторон внешнего слоя 9 и 10 больше таковой внутреннего слоя 11 и 12.

5 На Фиг.2 представлена отдельная обмотка 2. В этом воплощении отдельной обмотки 2 на стороне, противоположной начальному концевому участку 5 и завершающему концевому участку 6, предусмотрен припуск 8. Этот припуск 8 сформирован как U-образная выпуклость.

10 Согласно настоящему изобретению припуск предусмотрен в каждом месте, где происходит радиальное смещение.

Как показано на Фиг.2, припуск 8 предусмотрен также в противоположном углу отдельной обмотки 2, то есть части, от которой отходит начальный концевой участок 5 и завершающий концевой участок 6. Припуск 8 необходим для выполнения смещения, показанного более подробно на Фиг.6. Две правые стороны 9, 10 отдельной обмотки 2 из Фиг.2 в этом случае более не расположены на той же самой плоскости, что и две левые стороны 11, 12 отдельной обмотки 2. Две правые стороны расположены в плоскости, более высокой, чем две левые стороны. Однако возможно также и наоборот.

20 Стороны 9 и 10, расположенные в свернутой обмотке снаружи, более сильно наклонены, чем стороны 11 и 12, расположенные в свернутой обмотке внутри, таким образом формируя четырехугольник с двумя соседними короткими сторонами одинаковой длины и двумя соседними длинными сторонами одинаковой длины. Благодаря этому отдельные сегменты 2 могут быть смежными как с наружной плоскостью, так и с внутренней плоскостью, создавая замкнутую форму, и пространство может быть заполнено оптимально.

25 Как и во всех воплощениях, в этом случае тоже от геометрического замыкания и максимального заполнения наружной плоскости можно отказаться. Проводник 4 на Фиг.2 схематически представлен спирально закрученной линией, независимо от факта, что последовательно несколько витков могут размещаться перпендикулярно к плоскости проекции перед началом нового слоя. Аналогично можно изготовить отдельные обмотки из двух или более проводников, которые в готовой обмотке соединены параллельно.

30 На Фиг.3 показано детальное представление воплощения отдельной обмотки 2 в распределенной форме в развернутом плоском состоянии. Проводник 4 вновь схематически показан линией. Каждый из проводников меняет направление в нижнем и верхнем конце плоскости, проходя далее перпендикулярно плоскости проекции. Проводники, которые в готовой обмотке будут расположены на внешней плоскости, показаны утолщенными. В иллюстрируемом воплощении справа располагаются стороны 9, 10. Однако зеркальное размещение является эквивалентным. На фиг.3 можно рассмотреть наиболее отчетливо, что стороны 9, 10, расположенные в свернутой обмотке снаружи, наклонены более сильно, чем стороны 11, 12, расположенные в свернутой обмотке внутри. Благодаря этому отдельные сегменты 2 могут располагаться рядом как с наружной плоскостью, так и с внутренней плоскостью, образуя замкнутую форму, и пространство может быть заполнено оптимально. Подобно всем другим воплощениям, в этом случае также от геометрического замыкания и максимального заполнения наружной плоскости можно отказаться. Направление намотки обмотки не предопределено ее конечной формой; начало 5 обмотки или конец 6 обмотки можно разместить наверху.

На Фиг.4 дано детальное представление отдельной обмотки согласно другому воплощению в развернутом плоском состоянии. Она имеет распределенную форму, в которой плоскость меняется не только на концах оси, но и при каждом переходе от одной стороны к следующей. На Фиг.4 для наружной плоскости предусмотрены стороны 9 и 11, а для внутренней плоскости обмотки предусмотрены стороны 10 и 12. Благодаря наклонному положению относительно оси симметрии 3 в этом воплощении также можно достичь замкнутой формы и плотного заполнения наружного и внутреннего слоя. Как и в других воплощениях, в этом случае также от геометрического замыкания и максимального заполнения наружной плоскости можно отказаться.

На Фиг.5 показаны контуры отдельных обмоток двух других воплощений в развернутом плоском состоянии. На чертеже отображены начальный концевой участок 5 и завершающий концевой участок 6, тогда как проводники не показаны. Отрезок 13, менее наклоненный, расположен между сторонами 9 и 10, и аналогично отрезок 14 - между сторонами 11 и 12. Отрезки 13 и 14 можно выполнить слегка наклонными, как показано на чертеже слева, или прямыми, как показано на чертеже справа. Слегка наклонная конструкция оказывает благоприятное воздействие на стабильность обмотки по сравнению с полностью прямым воплощением, поскольку обмотки таким образом смещены или переплетены также в этой части. Контур показывает концентрическое воплощение, включая типичный припуск 8. Аналогично, конструкция с менее наклонными промежуточными отрезками 13 и 14 может, тем не менее, применяться также и для распределенной формы обмотки, показанной на Фиг.3 без этих промежуточных отрезков.

На Фиг.6 дано схематическое представление расположения слоев внахлест шести концентрических отдельных обмоток 2. Чертеж соответствует конфигурации линейных двигателей. Это также может считаться цилиндрической обмоткой в развернутом плоском состоянии. На данном чертеже скрытые части изображены прерывистой линией. Проводники и концы обмотки на чертеже не показаны.

Каждая из отдельных обмоток 2 здесь помещена одна рядом с другой, создавая замкнутую форму. Каждую группу обмотки необходимо поместить поверх соседней группы обмотки на одну сторону (здесь справа), и в тоже время она должна размещаться ниже соседней группы обмотки на противоположной стороне (здесь слева).

Кроме того, эти группы обмоток необходимо упаковать как можно более плотно. Это требует вертикального смещения в каждой частичной обмотке, а именно дважды, вверху и внизу, делая возможным, чтобы одна половина выдвигалась и одна половина оставалась со смещением в обратную сторону. Для того чтобы выполнить вертикальное смещение, необходим некоторый отрезок провода, который бы не влиял на издержки регулярности обмотки.

Прокладка проводника обмотки в части, являющейся «активной» для двигателя, то есть той, по которой течет электрический ток, остается регулярной и параллельной с тем, чтобы можно было смежные группы обмоток упаковать близко друг к другу. Припуск в нейтральной зоне предназначен в качестве отрезка проводника, необходимого на вертикальное смещение. Этот припуск в нейтральной зоне позволяет выполнить вертикальное смещение двух половин частичной обмотки без повреждения. Изгибом в вертикальное смещение соответствующая половина частичной обмотки, в данном случае, укорачивается на повторяемую величину. Эту величину необходимо учесть в процессе намотки для того, чтобы результирующая

частичная обмотка поддерживала оптимальную геометрию после изгиба в вертикальное смещение.

На Фиг.7 показано схематическое изображение двух отдельных concentрических обмоток, расположенных слоями одна поверх другой внахлест, каждая с начальным ⁵ концевым участком 5 и завершающим концевым участком 6 проводника. Можно видеть, что завершающий концевой участок отдельной обмотки в этой конфигурации принимает такое положение, что находится непосредственно рядом с ¹⁰ начальной концевой частью смежной отдельной обмотки. В этом положении можно электрически соединить два данных участка друг с другом, тем самым формируя соединительные проводники 7 обмотки 1.

На Фиг.8a and 8b схематически показаны аксиальные проекции контуров отдельной обмотки в concentрической форме 2a и отдельной обмотки в ¹⁵ распределительной форме 2b в цилиндрической обмотке. Проводники 4 и соединительные провода 7 не показаны. Хорошо видно, что одна сторона 10 расположена во внешнем цилиндре 15 и одна сторона 11 расположена во ²⁰ внутреннем цилиндре 16, то есть между этими сторонами предусмотрено радиальное смещение 17. Соответствующие другие стороны в этой проекции не видны, потому что они расположены аксиально позади передних сторон.

В результате настоящего изобретения можно изготовить двигатели с обмотками, имеющими высокую плотность упаковки, благодаря чему достигают хорошей ²⁵ степени автоматизации. Снижается брак, и уменьшается дисбаланс. Все это способствует достижению технического преимущества в сочетании с более низкими затратами.

Формула изобретения

1. Электрический двигатель, имеющий обмотку с воздушным сердечником (1), ³⁰ составленную из множества отдельных обмоток (2), выполненных из проводника (4), в котором отдельные обмотки (2) наложены друг на друга внахлест, отличающийся тем, что отдельным обмоткам (2) предварительно придана такая форма, что ³⁵ образуется смещение (17) в области, по меньшей мере, двух противоположных углов, так, что половина сторон расположена во внутреннем полем цилиндра (16), а половина сторон расположена во внешнем полем цилиндра (15) без наложения на ⁴⁰ внутренний полый цилиндр (16), при этом отдельные обмотки (2) формирующие, перекрываясь внахлест, обмотку, изогнуты вокруг оси вращения двигателя и совместно образуют полый цилиндр, включающий внешний полый цилиндр (15) и ⁴⁵ внутренний полый цилиндр (16).

2. Электрический двигатель по п.1, отличающийся тем, что отдельная обмотка (2), ⁴⁵ будучи в развернутой форме, уложена по спирали вокруг оси, которая, когда обмотка (1) находится в свернутом состоянии, проходит в радиальном направлении таким образом, что проводники (4) в нейтральной зоне расположены практически ⁵⁰ тангенциально.

3. Электрический двигатель по п.1, характеризующийся тем, что отдельные ⁵⁰ обмотки обеспечены дополнительным количеством материала проводника (4) в качестве припуска (8) в области смещения (17), который формирует предпочтительно U-образную или петлеобразную выпуклость на внутреннем ⁵⁵ контуре отдельной обмотки.

4. Электрический линейный двигатель, имеющий обмотку с воздушным ⁶⁰ сердечником (1), составленную из множества отдельных обмоток (2), выполненных

из проводника (4), в котором отдельные обмотки (2) наложены друг на друга внахлест, отличающийся тем, что отдельным обмоткам (2) предварительно придана такая форма, что образуется смещение (17) в области, по меньшей мере, двух противоположных углов, так, что половина сторон расположена в первой плоскости (16), а половина сторон расположена во второй плоскости (15) без наложения на первую плоскость (16), при этом отдельные обмотки (2) формирующие, перекрываясь внахлест, обмотку, совместно образуют плоскую обмотку, включающую в себя первую плоскость (15) и вторую плоскость (16), причем отдельные обмотки обеспечены дополнительным количеством материала проводника (4) в качестве припуска (8) в области смещения (17), который армирует предпочтительно U-образную или петлеобразную выпуклость на внутреннем контуре отдельной обмотки.

5. Электрический двигатель по п.1 или 4, отличающийся тем, что и внутренняя и наружная части отдельной обмотки (2) имеют заранее заданную форму.

6. Электрический двигатель по п.1, отличающийся тем, что отдельные обмотки (2) намотаны, в развернутой форме, вокруг оси, которая, в свернутой обмотке (1) проходит в тангенциальном направлении так, что проводники (4) в нейтральной зоне расположены практически радиально, таким образом создавая смещение (17).

7. Электрический двигатель по п.1, отличающийся тем, что в дополнение к радиальному смещению (17) на обоих концах обмотки (1) отдельная обмотка (2) содержит два дополнительных смещения (17) в других точках инверсии.

8. Электрический двигатель по п.1, отличающийся тем, что отдельная обмотка (2) выполнена асимметричной и, по меньшей мере, отдельная обмотка (2) в развернутом плоском состоянии имеет четырехугольную форму со сторонами (9, 10, 11, 12) неравной длины и/или форму четырехугольника с двумя соседними короткими сторонами одинаковой длины и двумя соседними длинными сторонами одинаковой длины.

9. Электрический двигатель по п.1, отличающийся тем, что отдельные обмотки (2) снабжены отдельными витками, имеющими между, в идеальном случае, смежными диагональными сечениями в осевом, центральном положении, менее наклонное сечение, расположенное параллельно оси, причем упомянутое сечение образует шестиугольник.

10. Электрический двигатель по п.1 или 4, отличающийся тем, что множество изолированных отдельных проводников (4) свиты в жгут перед намоткой.

11. Электрический двигатель по п.1 или 4, отличающийся тем, что отдельная обмотка (2) содержит начальный концевой участок (5) и завершающий концевой участок (6) из однослойного или многослойного проводника (4), образующего отдельную обмотку (2), с начальным и завершающим концевыми участками (5, 6), выведенными наружу в область одного из углов отдельной обмотки (2).

12. Электрический двигатель по п.1 или 4, отличающийся тем, что один начальный концевой участок (5) первой отдельной обмотки (2) соединен с завершающим концевым участком (6) второй отдельной обмотки (2) с образованием соединительного провода (7).

13. Электрический двигатель по п.12, характеризующийся тем, что обмотка (1) изготовлена из отдельных обмоток (2).

14. Способ производства электрического двигателя, выполненного по любому из пп.1-13, отличающийся тем, что начальный концевой участок (5) слоя проводников первой отдельной обмотки (2) электрически соединяют с завершающим концевым

участком (6) смежной отдельной обмотки (2), причем начальный концевой участок (5) проводника (4) первой отдельной обмотки (2) пропускают вдоль внешней стороны второй отдельной обмотки (2) до завершающего концевого участка (6) проводника (4) второй отдельной обмотки (2).

5 15. Способ по п.14, отличающийся тем, что каждый из проводников (4) меняет плоскости на нижнем и верхнем концах (18, 19), проходя перпендикулярно плоскости проекции.

10 16. Способ по п.14 или 15, отличающийся тем, что стороны (9, 10, 11, 12), расположенные снаружи в свернутой обмотке (2), наклоняют более сильно, чем стороны (9, 10, 11, 12), расположенные внутри в свернутой обмотке (2).

15

20

25

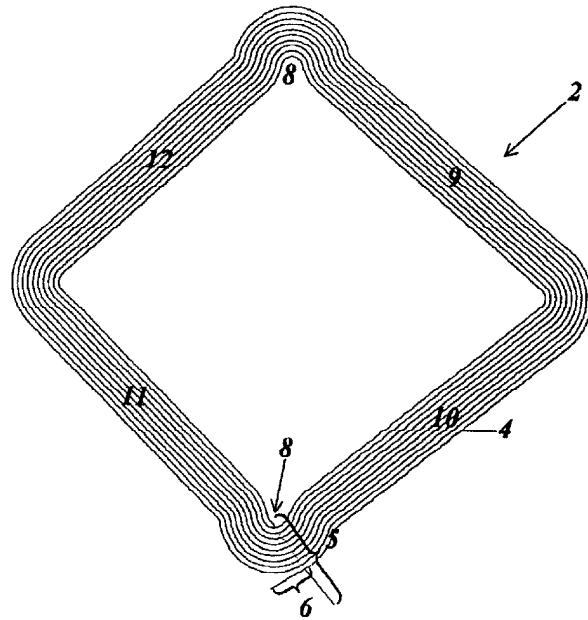
30

35

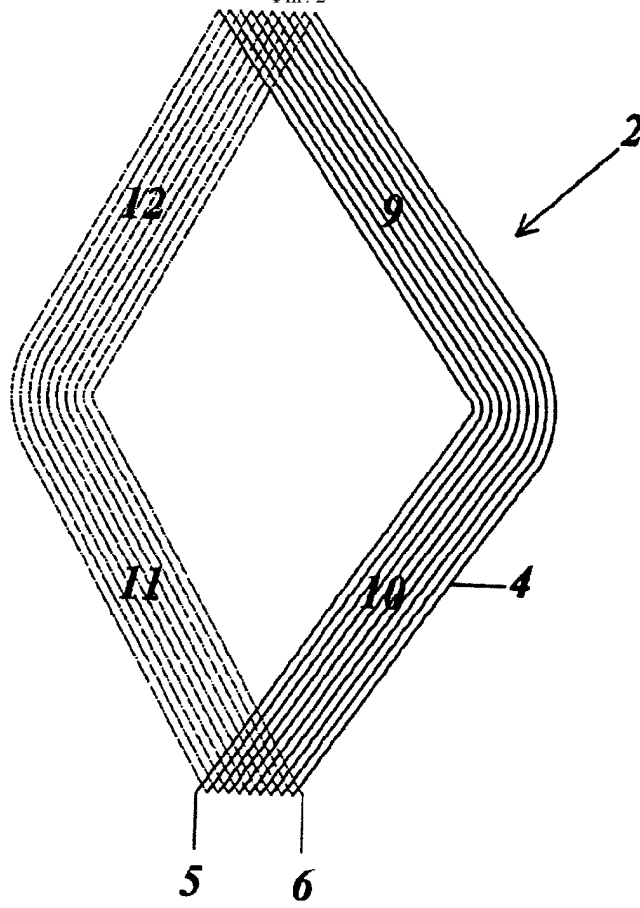
40

45

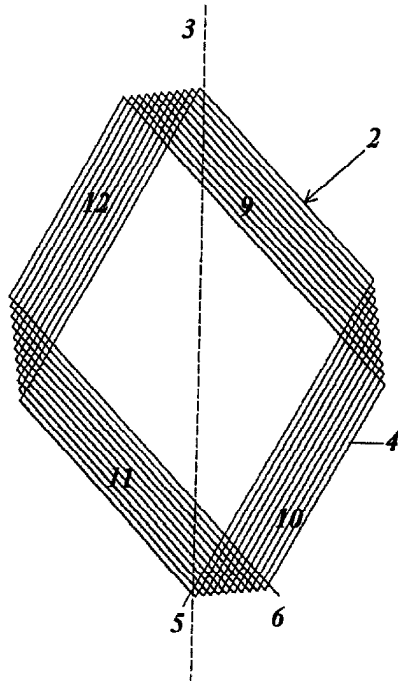
50



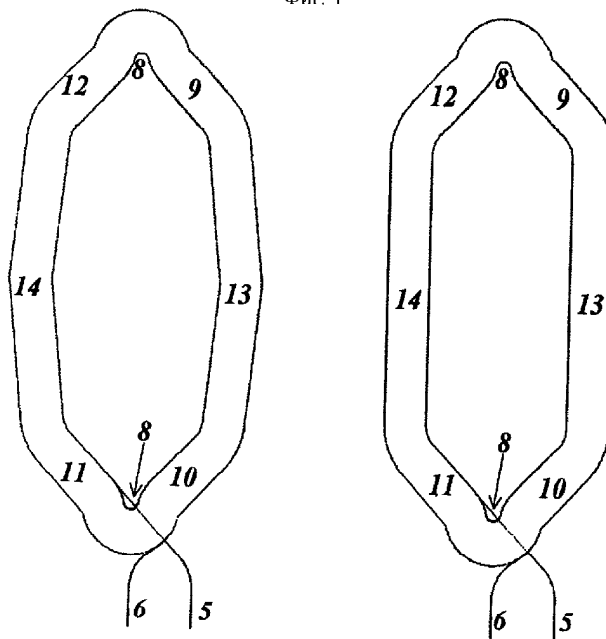
Фиг. 2



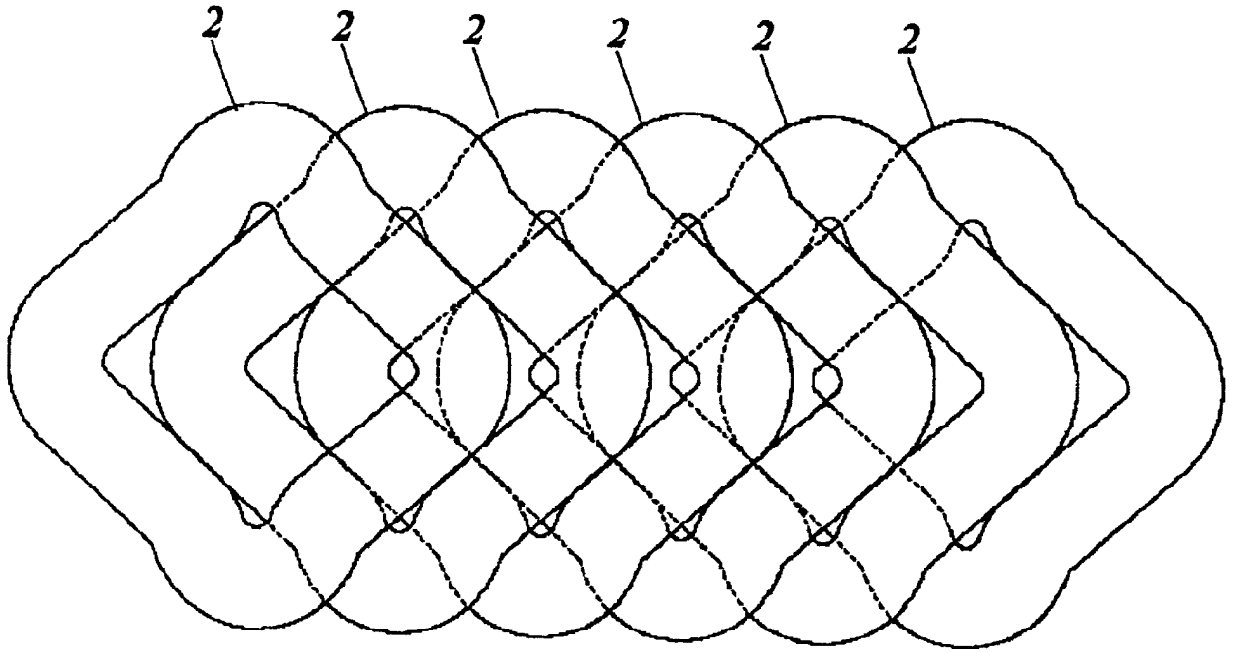
Фиг. 3



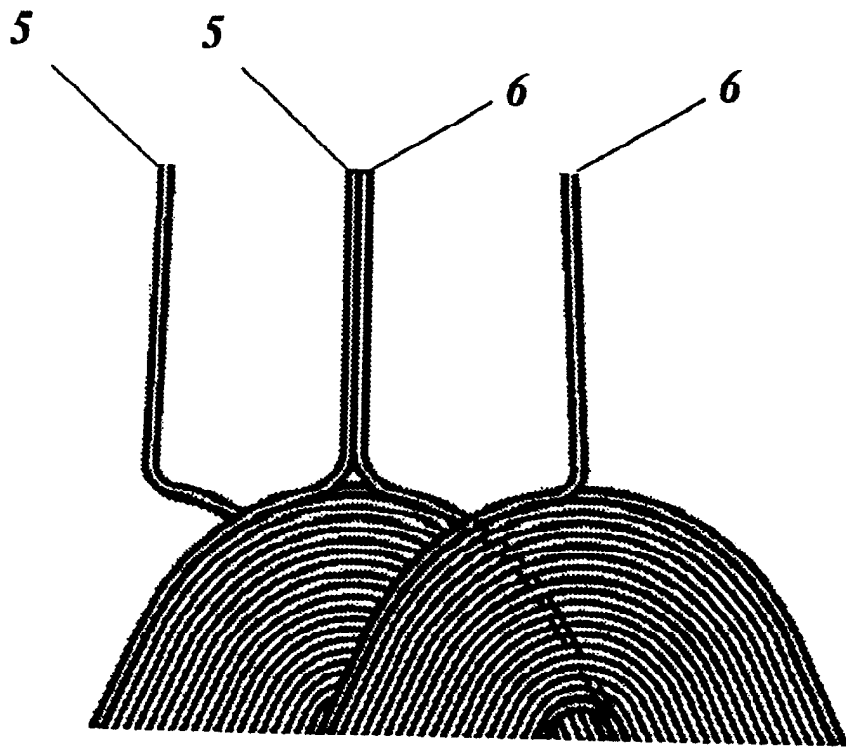
Фиг. 4



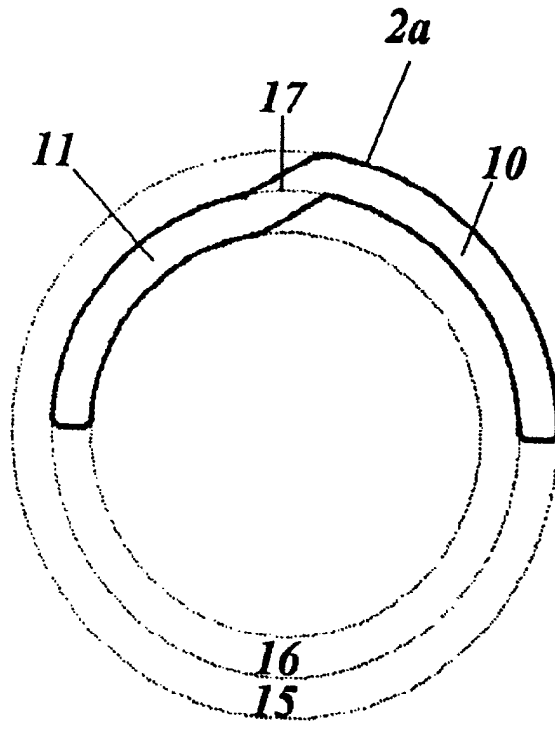
Фиг. 5



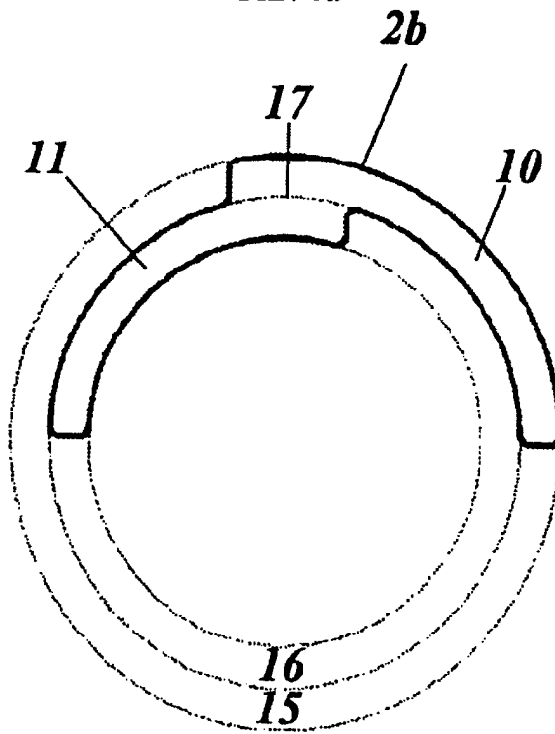
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8а



Фиг. 8б