

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 174156

МНОГОСТАТОРНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Казан Андрей Вадимович (RU),
Глуханич Дмитрий Юрьевич (RU)*

Заявка № 2017119314

Приоритет полезной модели 01 июня 2017 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации 05 октября 2017 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 01 июня 2027 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2017119314, 01.06.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.06.2017Дата регистрации:
05.10.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.06.2017

(45) Опубликовано: 05.10.2017 Бюл. № 28

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Каган Андрей Вадимович (RU),
Глуханич Дмитрий Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2340974 C1, 10.12.2008. RU
2558704 C1, 10.08.2015. SU 708470 A1.01.1980.
SU 205132 A1, 13.11.1967. US 2550571,
24.04.1951. US 2007296298 A1, 27.12.2007. CN
201118394 Y, 17.09.2008. CN 103312101 A,
18.09.2013. CN 104767330 A, 08.07.2015.

(54) МНОГОСТАТОРНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к многофазным асинхронным двигателям, осуществляющим преобразование электрической энергии переменного тока в механическую энергию. Многостаторный асинхронный двигатель содержит корпус 1, вал 2, общую внутреннюю короткозамкнутую обмотку ротора 3 и аксиально разнесенные три фазные обмотки 5, находящиеся каждая в своем сердечнике статора 4 и сдвинутые на 2л/т (то есть электрическая машина имеет три отдельных статора, каждый из которых стоит из одного сердечника статора 4 и одной фазной

обмотки 5). Поверх общей внутренней короткозамкнутой обмотки ротора 3 и под тремя сердечниками статора 4, в пределах их осевого участка, размещены три дополнительные внешние короткозамкнутые обмотки ротора 6, которые позволяют практически полностью компенсировать обратно вращающиеся магнитные поля, образуемые тремя фазными обмотками 5, что позволяет достичь повышения энергоэффективности многостаторного асинхронного двигателя при сохранении невысоких радиальных размеров.

RU 174156 U1

RU 174156 U1

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к многофазным асинхронным двигателям, осуществляющим преобразование электрической энергии переменного тока в механическую энергию.

5 Известен трехфазный энергосберегающий электродвигатель (патент CN 201118394 Y, опубл. 17.09.2008 г.), состоящий из корпуса, вала, короткозамкнутого ротора, двух или более сердечников статора, каждый из которых снабжен трехфазными обмотками статора, которые соединены параллельно.

Недостаток данного технического решения состоит в повышенных диаметральных габаритах конструкции машины.

10 Известен асинхронный двигатель переменного тока с короткозамкнутым ротором (патент CN 103312101 A, опубл. 18.09.2013 г.), состоящий из нескольких оснований, трех отдельных сердечников статора, трех аксиально ориентированных обмоток, вала и короткозамкнутого ротора.

15 Недостаток данного технического решения состоит в относительно высоких радиальных размерах.

Известна многофазная динамоэлектрическая машина переменного тока (патент US 2600523 A, опубл. 17.06.1952 г.), состоящая из корпуса, вала, короткозамкнутого ротора, шести аксиально разнесенных полюсных наконечников, защищенных кольцами. На каждом кольце установлен зубчатый сектор, который находится в зацеплении с зубчатым сектором на корпусе. С помощью рычага регулируется угол поворота полюсных наконечников.

Недостаток данного технического решения состоит в сложности конструкции.

25 Известна электрическая машина с сегментированным статором (патент US 7592728 B2, 22.09.2009), состоящая из корпуса, ротора, контроллера и цилиндрического статора, содержащего множество секций, продольно смещенных вдоль общей центральной оси, каждая секция содержит соответствующую обмотку.

Недостаток данного технического решения состоит в необходимости питания от источника постоянного тока.

30 Известен многостаторный асинхронный двигатель (Батоврин А.А, Каган А.В. Математическая модель симметричного статического режима работы m-статорного асинхронного двигателя // Электромеханические элементы робототехнических систем: Сб. науч. тр. - Ленинград: ЛИАП, 1985. - С. 75-80), принятый за прототип, состоящий из корпуса, вала, общей короткозамкнутой обмотки ротора и аксиально разнесенных трех фазных обмоток, находящихся каждая в своем сердечнике статора и сдвинутых на $2\pi/m$, где m - число фаз.

Недостаток данного технического решения состоит в низкой энергоэффективности, из-за наличия нескомпенсированных обратно вращающихся магнитных полей, образуемых в аксиально разнесенных фазных обмотках.

40 Техническим результатом является повышение энергоэффективности многостаторного асинхронного двигателя при сохранении невысоких радиальных размеров.

Технический результат достигается тем, что поверх общей внутренней короткозамкнутой обмотки ротора и под тремя сердечниками статора, в пределах их осевого участка, размещены дополнительные внешние короткозамкнутые обмотки ротора.

Многостаторный асинхронный двигатель поясняется следующими фигурами: фиг. 1 - конструктивная схема многостаторного асинхронного двигателя, фиг. 2 - условное изображение пространственной ориентации вращающихся

магнитодвижущихся сил (МДС) половинной амплитуды для произвольно выбранного момента, где:

1 - корпус;

2 - вал;

5 3 - общая внутренняя короткозамкнутая обмотка ротора;

4 - сердечник статора;

5 - фазная обмотка;

6 - дополнительная внешняя короткозамкнутая обмотка ротора;

7 - прямо вращающиеся МДС половинной амплитуды F_{1A} , F_{1B} , F_{1C} соответственно;

10 8 - обратно вращающиеся МДС половинной амплитуды F_{2A} , F_{2B} , F_{2C} соответственно.

Многостаторный асинхронный двигатель состоит из (фиг. 1) корпуса 1, вала 2, общей внутренней короткозамкнутой обмотки ротора 3 и аксиально разнесенных трех фазных обмоток 5, находящихся каждая в своем сердечнике статора 4 и сдвинутых на $2\pi/3$ (то есть электрическая машина имеет три отдельных статора, каждый из которых состоит из одного сердечника статора 4 и одной фазной обмотки 5). Поверх общей внутренней короткозамкнутой обмотки ротора 3 и под тремя сердечниками статора 4, в пределах их осевого участка, размещены три дополнительные внешние короткозамкнутые обмотки ротора 6, которые позволяют компенсировать (фиг. 2) обратно вращающиеся магнитные поля 8, образуемые тремя фазными обмотками 5.

20 Устройство работает следующим образом.

При подведении трехфазной системы напряжений, по трем фазным обмоткам 5 протекают переменные токи:

$$i_A = I_m \sin \omega t$$

25 $i_B = I_m \sin(\omega t - 120^\circ)$

$$i_C = I_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

где i_A , i_B , i_C - переменные токи фаз А, В, С соответственно;

I_m - амплитудное значение переменного тока.

30 Эти токи создают в каждом статоре пульсирующие, т.е. неподвижные в пространстве и переменные во времени, МДС:

$$F_A = W i_A$$

$$F_B = W i_B$$

$$F_C = W i_C$$

35 где F_A , F_B , F_C - пульсирующие МДС фаз А, В, С соответственно;

W - число витков в каждой из трех фазных обмоток 5.

По общим физическим представлениям пульсирующие МДС состоят из прямо и обратно вращающихся волн:

40
$$F_A = F_m \sin \omega t \cos x = \frac{F_m}{2} \sin(\omega t - x) + \frac{F_m}{2} \sin(\omega t + x)$$

$$F_B = F_m \sin(\omega t - 120^\circ) \cos(x - 120^\circ) = \frac{F_m}{2} \sin(\omega t - x) + \frac{F_m}{2} \sin(\omega t + x - 240^\circ)$$

45
$$F_C = F_m \sin(\omega t - 240^\circ) \cos(x - 240^\circ) = \frac{F_m}{2} \sin(\omega t - x) + \frac{F_m}{2} \sin(\omega t + x - 120^\circ)$$

где F_m - амплитудное значение МДС;

x - пространственная координата, отсчитываемая вдоль длины окружности воздушного зазора.

Таким образом, имеем:

$$F_A = F_{1A} + F_{2A}$$

$$F_B = F_{1B} + F_{2B}$$

$$F_C = F_{1C} + F_{2C}$$

где F_{1A} , F_{1B} , F_{1C} - прямо вращающиеся МДС половинной амплитуды 7;

F_{2A} , F_{2B} , F_{2C} - обратно вращающиеся МДС половинной амплитуды 8.

Так как прямо вращающиеся волны МДС 7 находятся в пространственно-временной фазе (изменяются по закону $\sin(\omega t - x)$) и, каждая в пределах своего осевого участка сердечника статора 4, вращаются с синхронной скоростью, то, без учета аксиального зазора между статорами, их можно рассматривать как общую для всей электрической машины волну МДС, действующую по полной ее активной длине:

$$F_1 = \frac{F_m}{2} \sin(\omega t - x)$$

Обратно вращающиеся волны МДС 8 сдвинуты по фазе друг относительно друга на 120° и имеют направление вращения, соответствующие обратному порядку чередования фаз.

Применим принцип суперпозиции и рассмотрим поочередно действие прямо 7 и обратно вращающихся составляющих МДС 8 статоров на общую внутреннюю 3 и три дополнительные внешние короткозамкнутые обмотки ротора 6.

Прямо вращающиеся МДС 7 статоров наводят в общей внутренней короткозамкнутой обмотке ротора 3 электродвижущие силы (ЭДС) и токи, в результате чего (как и в классическом асинхронном двигателе) происходит образование основного вращающего момента.

Обратно вращающиеся магнитные поля 8 также пересекают, каждое в пределах своего аксиального участка, проводники общей внутренней короткозамкнутой обмотки ротора 3 и наводят в ней ЭДС вращения. Однако, поскольку указанные поля сдвинуты по отношению друг друга на 120° , то сумма индуцированных в этой обмотке ротора ЭДС равна нулю (как и в классическом асинхронном двигателе). Таким образом, реакция ротора на обратно вращающиеся поля 8 статора в данном случае отсутствует, и эти поля не создают электромагнитного момента, но, будучи аксиально разнесенными в пространстве, оказываются нескомпенсированными (в отличие от обычного асинхронного двигателя). Следовательно, на роторе обратных полей 8 нет, а на статорах они остаются.

Воздействие прямо 7 и обратно вращающихся полей 8 статоров отдельно на три дополнительные внешние короткозамкнутые обмотки ротора 6 оказывается таким же, как и в обычном однофазном асинхронном двигателе: одни из полей наводят ЭДС с частотой $s f_1$ (s - скольжение; f_1 - электрическая частота в обмотке статора), а другие с частотой $(2-s)f_1$. В результате обратные поля 8 в значительной мере компенсируются токами трех дополнительных внешних короткозамкнутых обмоток ротора 6. В итоге образуется относительно большой прямо вращающийся и незначительный обратно вращающийся (тормозящий) электромагнитные моменты.

Таким образом, размещение трех дополнительных внешних короткозамкнутых обмоток ротора 6 поверх общей внутренней короткозамкнутой обмотки ротора 3 позволяет в значительной мере скомпенсировать обратно вращающиеся составляющие

полей 8 статоров.

Практически полная компенсация обратно вращающихся магнитных полей 8 статоров, образуемых тремя фазными обмотками 5, позволяет существенно разгрузить электромагнитную систему машины от намагничивающего тока и повысить ее энергоэффективность, главным образом, за счет повышения коэффициента мощности. Расчеты показывают, что в результате предлагаемых конструктивных мер появляется возможность поднять $\cos\phi$ с 0,3-0,4 до 0,8-0,9.

(57) Формула полезной модели

10 Многостаторный асинхронный двигатель, включающий корпус, вал, общую внутреннюю короткозамкнутую обмотку ротора и аксиально разнесенные три фазные обмотки, находящиеся каждая в своем сердечнике статора и сдвинутые на $2\pi/3$, отличающийся тем, что поверх общей внутренней короткозамкнутой обмотки ротора и под тремя сердечниками статора, в пределах их осевого участка, размещены
15 дополнительные внешние короткозамкнутые обмотки ротора.

20

25

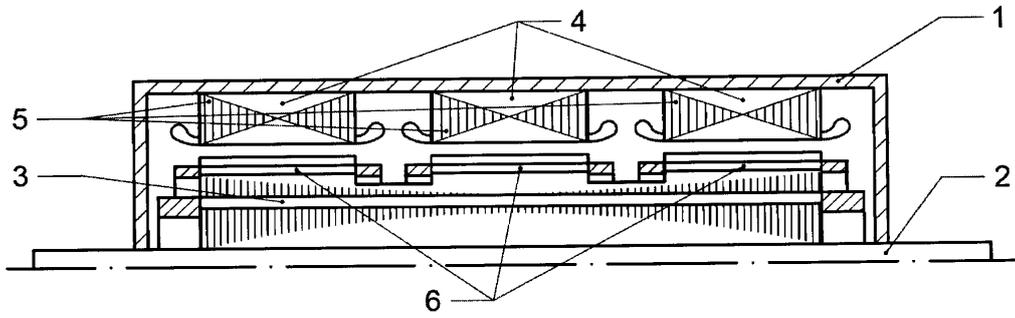
30

35

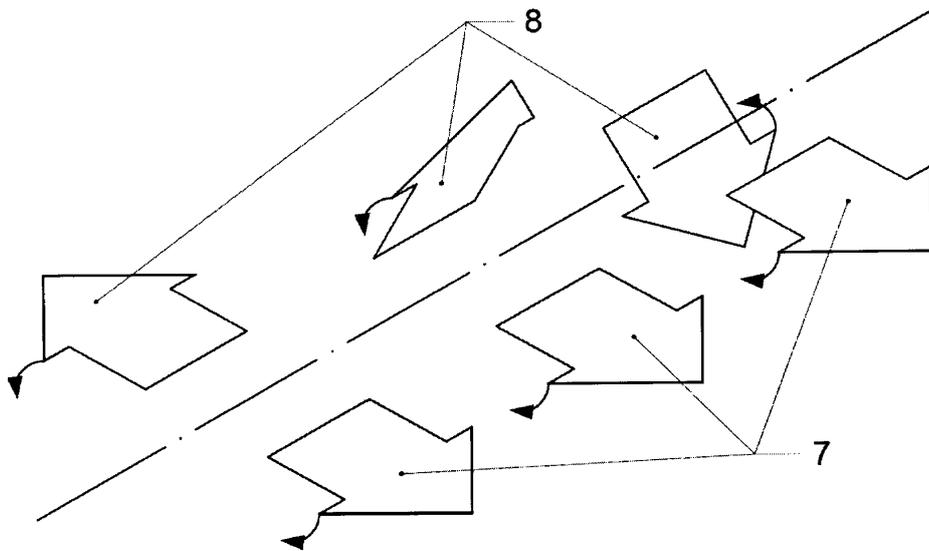
40

45

МНОГОСТАТОРНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ



Фиг. 1



Фиг. 2