



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014113838/07, 08.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
08.04.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.04.2014

(45) Опубликовано: 10.08.2015 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2290735 C1, 27.12.2008. RU 2262175 C1, 10.10.2005. RU 2232459 C1, 10.07.2004. RU 2184274 C1, 27.06.2002. RU 2058655 C1, 20.04.1996. US 4456845 A, 26.06.1984

Адрес для переписки:

350072, г.Краснодар, ул. Московская, 2, ФГБОУ ВПО "КубГТУ", отдел интеллектуальной и промышленной собственности, Начальнику ОИПС Разведской Л.В.

(72) Автор(ы):

**Попов Сергей Анатольевич (RU),  
Нечесов Владимир Евгеньевич (RU),  
Пономарев Петр Юрьевич (RU),  
Спичак Вера Сергеевна (RU),  
Попов Максим Сергеевич (RU),  
Ладенко Александра Александровна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный технологический университет" (ФГБОУ ВПО "КубГТУ") (RU)**

**(54) СДВОЕННАЯ АКСИАЛЬНАЯ АСИНХРОННАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА СО ВСТРОЕННЫМ ТОРМОЗНЫМ УСТРОЙСТВОМ**

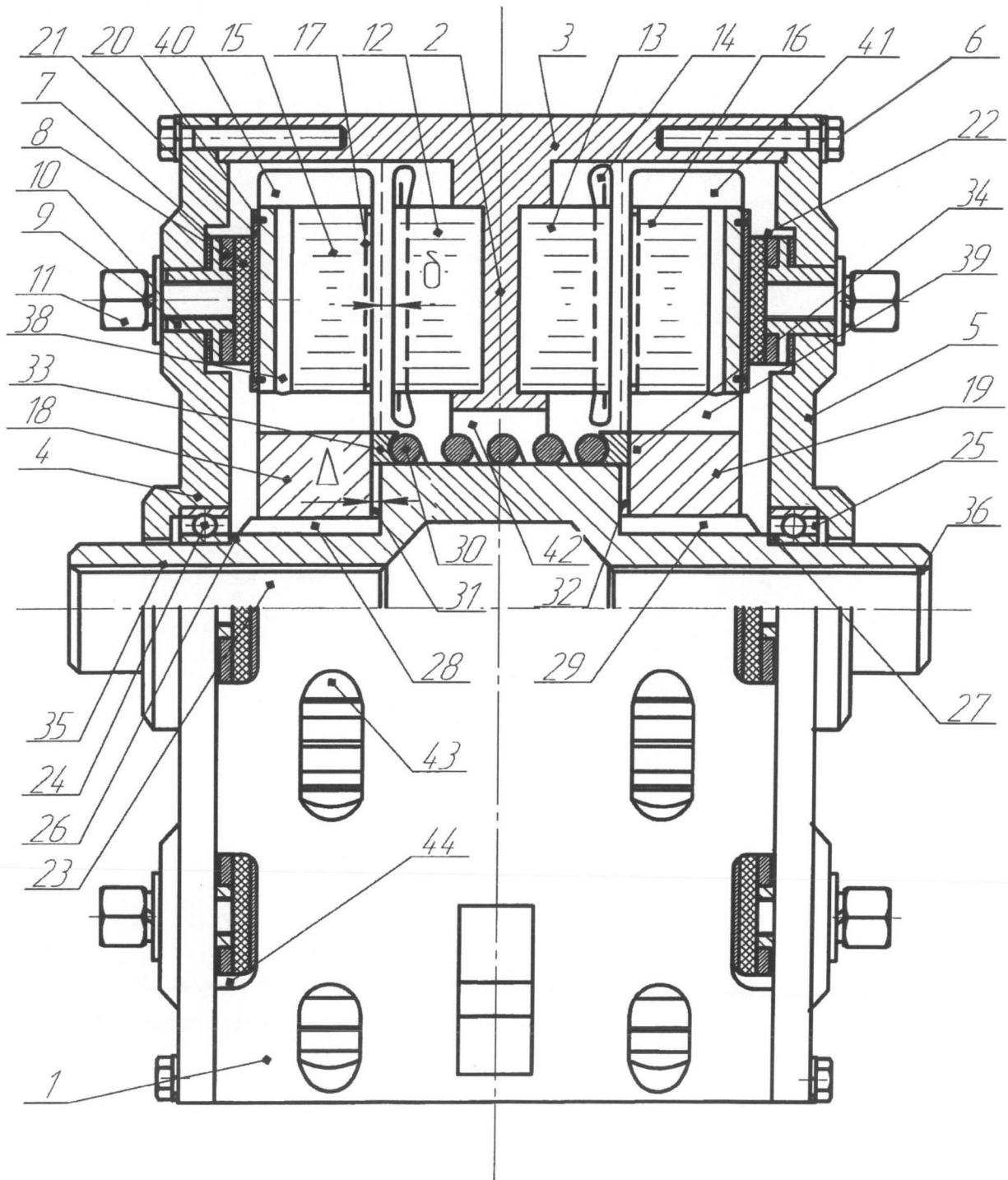
(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике, к сдвоенным аксиальным торцовым асинхронным электрическим машинам с двухдисковым статором и двухдисковым ротором. Технический результат заключается в повышении эксплуатационной надежности, упрощении технологии изготовления при одновременном снижении себестоимости изготовления. Сдвоенная аксиальная асинхронная машина со встроенным тормозным устройством содержит сборный симметричный корпус с центральной кольцевой полостью, статор, ротор, магнитопроводы статора и ротора с обмотками, боковые щиты с подшипниками, вал ротора, тормозное устройство и пружину. Корпус статора выполнен

в форме наружного цилиндрического обода и составляет единое целое с центральным опорным диском, на аксиальных поверхностях которого жестко закреплены магнитопроводы статора с обмотками. Вал ротора выполнен двухступенчатым. Расстояние между заплечниками, расположенными ближе к центру вала, больше расстояния между внешними аксиальными поверхностями магнитопроводов статоров на величину, в два раза превышающую величину рабочего воздушного зазора. Пакеты роторов выполнены в форме кольцевых дисков с установленной между ними на валу тормозной пружины с возможностью их аксиального перемещения вдоль оси. 5 з.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2 558 704 C1

RU 2 558 704 C1



Фиг.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014113838/07, 08.04.2014

(24) Effective date for property rights:  
08.04.2014

Priority:

(22) Date of filing: 08.04.2014

(45) Date of publication: 10.08.2015 Bull. № 22

Mail address:

350072, g.Krasnodar, ul. Moskovskaja, 2, FGBOU  
VPO "KubGTU", otdel intellektual'noj i  
promyshlennoj sobstvennosti, Nachal'niku OIPS  
Razvedskoj L.V.

(72) Inventor(s):

Popov Sergej Anatol'evich (RU),  
Nechesov Vladimir Evgen'evich (RU),  
Ponomarev Petr Jur'evich (RU),  
Spichak Vera Sergeevna (RU),  
Popov Maksim Sergeevich (RU),  
Ladenko Aleksandra Aleksandrovna (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Kubanskij  
gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet"  
(FGBOU VPO "KubGTU") (RU)

(54) **DOUBLE AXIAL ASYNCHRONOUS MACHINE WITH IN-BUILT BRAKE MECHANISM**

(57) Abstract:

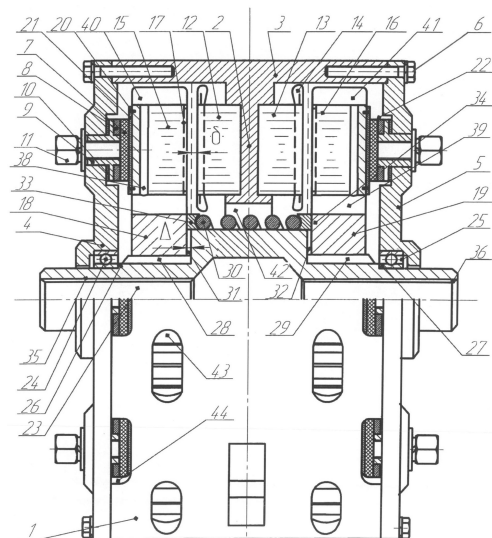
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: double axial asynchronous machine with in-built brake mechanism comprises a prefabricated symmetric body with the central circular cavity, stator, rotor, magnet cores of stator and rotor with windings, side shields with bearings, the rotor shaft, brake mechanism and a spring. The stator frame is made as an outer cylindrical rim and forms an integral part of the central backing plate, at which axial surfaces the stator magnet cores with windings are fixed rigidly. The rotor shaft is of double-stepped type. Distance between shoulders placed closer to the shaft centre is more than distance between outer axial surfaces of the stator magnet cores per a value twice as big as the value of operating air gap. The rotor packs are made as annular disks with a brake spring installed between them so that they may be moved in axial direction along the axis.

EFFECT: improving operational reliability, simplifying manufacturing technology at simultaneous

reduction of own costs.

6 cl, 2 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к сдвоенным аксиальным (торцовым) асинхронным электрическим машинам с двухдисковым статором и двухдисковым ротором.

Изобретение может найти широкое применение в тех отраслях машиностроения, где  
5 требуется создание компактных электроприводных систем с оптимальными эксплуатационно-техническими характеристиками, обеспечивающими быстрое затормаживание приводного вала после отключения электропитания машины: на транспорте, в грузоподъемных механизмах, эскалаторах, в текстильной, бумажной и других отраслях промышленности.

10 Известна двусторонняя асинхронная торцовая электрическая машина с одним диском ротора и двумя дисками статора [Патент РФ №2232459], в которой достигается разгрузка подшипников вала электрической машины от действия осевых сил за счет взаимной компенсации осевых сил притяжения магнитопроводов статора и ротора.

Однако эта машина не имеет встроенных тормозных устройств, которые срабатывали  
15 бы при отключении электропитания обмоток магнитопроводов статора и обеспечивали бы быстрое торможение вращающихся по инерции масс, связанных с валом ротора. В этом случае требуется установка внешнего тормозного устройства, а это увеличивает габариты приводного агрегата и его себестоимость.

Известна электрическая машина со встроенным тормозным устройством [Патент  
20 РФ №2262175], содержащая однодисковый статор и однодисковый ротор, отличающаяся тем, что диск ротора сопряжен с валом ротора посредством шлицевого соединения, допускающего осевое смещение диска ротора относительно вала, а тормозное устройство размещено на несущем щите корпуса электрической машины и включается  
25 в режим торможения под действием пружины после отключения электропитания обмотки магнитопровода статора. Эта электрическая машина отличается малыми осевыми габаритами, удобна в наладке и техническом обслуживании.

Однако при одном диске ротора и одном диске статора увеличение мощности машины имеет ограниченные возможности. Кроме того, некоторые элементы конструкции, в частности корпус машины, технологически сложны в изготовлении.

30 Наиболее близким по технической сущности к заявленному изобретению является двусторонняя торцовая асинхронная электрическая машина со встроенным тормозным устройством [Патент РФ №2290735], содержащая сборный корпус с центральной кольцевой полостью, магнитопроводы статора и ротора с обмотками, вал ротора и его подшипники, тормозное устройство и его пружину. При этом вал ротора  
35 электрической машины выполнен составным из двух частей, несущих по одному жестко закрепленному диску ротора и сопряженных между собой посредством шлицевого соединения, допускающего малое относительное смещение частей вала вдоль его оси. Тормозное устройство размещено на несущем щите корпуса электрической машины и включается в режим торможения под действием пружины после отключения  
40 электропитания обмотки магнитопровода статора. При этом на каждой из частей вала ротора, сопряженных между собой, установлен отдельный подшипник, с наружным кольцом каждого из которых связана втулка, входящая в отверстие цилиндрического стакана корпуса статора и имеющая возможность малого осевого смещения относительно корпуса статора совместно с подшипником и частью вала ротора, на  
45 которой установлен подшипник. Эта электрическая машина отличается малыми осевыми габаритами, высокой нагрузочной способностью, хорошей самовентиляционной системой охлаждения.

Однако ее конструкция имеет большое число составных деталей со сложной

геометрической формой (например, ротор и его вал, который состоит из двух частей), что ведет к достаточно сложной технологии его изготовления. Помимо этого выходные валы ротора выполнены подвижными относительно корпуса, что ведет к усложнению сопряжения электрической машины с рабочим механизмом и требует повышенной точности установки. Большое число взаимно перемещающихся составных деталей со сложной геометрией и повышенные требования к точности установки и в том числе электрической машины по отношению к приводному механизму, наличие осевых усилий, действующих на радиально-упорные подшипники в процессе пуска и торможения, в целом снижают эксплуатационную надежность электрической машины.

Заявленное изобретение решает задачу упрощения конструкции электрической машины и соединения с производственным механизмом при сохранении малых осевых габаритов, высокой нагрузочной способности и хорошей самовентиляционной системы охлаждения.

Технический результат заключается в повышении эксплуатационной надежности электрической машины, упрощении технологии изготовления при одновременном снижении себестоимости изготовления.

Технический результат достигается тем, что в двоясной аксиальной асинхронной электрической машине со встроенным тормозным устройством, содержащей сборный симметричный корпус с центральной кольцевой полостью, статор, ротор, магнитопроводы статора и ротора с обмотками, боковые щиты с подшипниками, вал ротора, тормозное устройство и пружину, корпус статора в форме наружного цилиндрического обода составляет единое целое с центральным опорным диском, на аксиальных поверхностях которого жестко закреплены магнитопроводы статора с обмотками, вал ротора выполнен двухступенчатым, причем расстояние между запяжниками, расположенными ближе к центру вала, больше расстояния между внешними аксиальными поверхностями магнитопроводов статоров на величину, в два раза превышающую величину рабочего воздушного зазора, при этом пакеты роторов выполнены в форме кольцевых дисков с установленной между ними на валу тормозной пружины с возможностью их аксиального перемещения вдоль оси.

Вал ротора крепится в боковых щитах двигателя при помощи радиальных подшипников, наружные кольца каждого из которых входят в отверстие боковых щитов корпуса статора, а внутренние кольца упираются в запяжники, расположенные ближе к концам вала ротора.

Между каждой из внутренних аксиальных поверхностей пакетов роторов и запяжниками, расположенными ближе к центру вала ротора, образованы зазоры, равные величине встречного смещения пакетов роторов по шлицам вала ротора при подключении обмоток магнитопроводов статора к сети.

Тормозная пружина упирается обоими своими торцами через надетые на вал ротора упорные кольца.

Наружный цилиндрический обод корпуса статора с внешних сторон содержит отверстия для контроля над состоянием и толщиной тормозных накладок, одновременно служащие дополнительными вентиляционными отверстиями.

Пакеты роторов сопряжены с валом ротора посредством шлицевых соединений.

Предлагаемая конструкция электрической машины достаточно проста и технологична.

Вал ротора электрической машины выполнен цельным (не требует точного соединения двух составных частей) и неподвижным в осевом направлении относительно статора и приводного механизма, что ведет к упрощению совмещения электрической

машины с приводным механизмом.

Уменьшение количества взаимно перемещающихся составных деталей со сложной геометрией и применение роторов с простой геометрической формой в виде кольцевого диска приводят к сокращению сложности, числа изготавливаемых деталей и упрощению их сборки.

Симметричная конструкция электрической машины позволяет полностью разгрузить подшипники от осевых усилий в любом режиме работы (осевые усилия в процессе торможения действуют через тормозные устройства на статор, а в режиме пуска и работы - на заплечники вала ротора и взаимно компенсируются), что дает возможность заменить радиально-упорные подшипники на радиальные и увеличить ресурс и долговечность электрической машины.

В результате все это ведет к повышению эксплуатационной надежности электрической машины при одновременном снижении себестоимости ее изготовления.

Сущность изобретения поясняется чертежами: на фиг.1 показан общий вид сдвоенной аксиальной асинхронной электрической машины со встроенным тормозным устройством; на фиг.2 показан вид сбоку сдвоенной аксиальной асинхронной электрической машины со встроенным тормозным устройством.

Сборный корпус электрической машины состоит из корпуса статора 1, имеющего центральный опорный диск 2, выполненный единым с наружным цилиндрическим ободом 3, и двух симметрично расположенных боковых щитов 4 и 5, жестко присоединенных к ободу 3 корпуса статора 1 винтами 6 и несущих тормозные кольцевые накладки 7. Накладки 7, оснащенные подложками 8, жестко связаны с резьбовыми втулками 9, имеющими кольцевые выступы с регулировочными прокладками 10. Весь этот узел крепится в боковых щитах 4 и 5 корпуса машины 1 изнутри его центральной кольцевой полости при помощи винтов 11, вкрученных в резьбовые втулки 9 с внешней стороны боковых щитов 4 и 5.

Центральный опорный диск 2 корпуса статора 1 разделяет центральную кольцевую полость машины на две симметрично расположенные области, в которых размещены магнитопроводы статора 12, 13 с m-фазными обмотками возбуждения 14 и пакеты роторов, выполненных в форме кольцевых дисков, состоящих из магнитопроводов ротора 15, 16 с короткозамкнутыми обмотками 17, жестко закрепленных на ступицах роторов 18, 19.

К наружным аксиальным плоскостям пакеты роторов посредством винтов 20 жестко присоединены кольцевые закаленные пластины 21, 22, которые в обесточенном состоянии m-фазных обмоток возбуждения 14 магнитопроводов статора 12, 13 плотно прилегают к тормозным кольцевым накладкам 7 боковых щитов 4, 5.

Вал ротора 23 выполнен цельным и ступенчатым, имеющим два выступа с увеличивающимися диаметрами от краев к центру, базируется на радиальных подшипниках 24, 25, с наружными кольцами которых связаны боковые щиты 4 и 5, а внутренние кольца фиксированы заплечниками 26, 27 вала ротора 23, и соединенный с магнитопроводами ротора 15, 16 через ступицы 18, 19 посредством шлицевых соединений 28, 29 с возможностью их осевых перемещений под воздействием тормозной пружины 30. Перемещения пакетов роторов ограничиваются в выключенном состоянии тормозными кольцевыми накладками 7, а во включенном состоянии, при сжатой тормозной пружине 30, заплечниками 31, 32 вала ротора 23, выполненный таким образом, что расстояние между ними обеспечивает рабочие воздушные зазоры 5 между магнитопроводом статора 12 и магнитопроводом ротора 15, магнитопроводом статора 13 и магнитопроводом ротора 16, при этом расстояние между заплечниками 31, 32 вала

ротора 23 больше расстояния между внешними аксиальными поверхностями магнитопроводов статоров 12, 13 на величину 28.

Тормозная пружина 30 размещена на валу ротора 23 и упирается своими торцами через упорные кольца 33, 34 в ступицы роторов 18 и 19. Упорные кольца 33, 34 служат для равномерного распределения усилия тормозной пружины 30 по внутренней аксиальной поверхности ступиц роторов 18, 19.

Вал ротора 23 имеет выходные шлицевые отверстия 35, 36 для присоединения приводного механизма.

В машине реализована самовентиляционная система охлаждения, включающая сеть вентиляционных отверстий 37 (фиг.2), выполненных в боковых щитах 4, 5 корпуса статора 1, сеть радиальных вентиляционных каналов 38 - под опорными поверхностями его магнитопроводов, осевые вентиляционные каналы 39 - в дисках роторов, вентиляционные лопасти 40, 41 - на наружных поверхностях дисков роторов и внутреннюю вентиляционную полость 42 центрального опорного диска 2 корпуса статора 1. Для подвода охлаждающего воздуха в центральную полость машины служат вентиляционные отверстия 37 (фиг.2), а для выброса нагретых воздушных масс из полости машины предназначены вентиляционные отверстия 43, 44 обода 3 корпуса статора 1. Отверстия 44 используются также для контроля над состоянием тормозных кольцевых накладок 7.

Для осуществления монтажа электрической машины предусмотрены проушины 47 (фиг.2), жестко связанные с ободом 3 корпуса статора 1.

Электрическая машина работает следующим образом.

При подключении электрической машины к сети  $m$ -фазных обмоток возбуждения 14 магнитопроводов статора 12, 13 возникает пусковой ток, превышающий номинальный ток рабочего режима машины, вследствие чего возникает магнитное поле, под воздействием осевых электромагнитных сил которого оба пакета ротора вместе совершают встречное осевое смещение по шлицевым соединениям 28, 29 вдоль вала 23. При этом тормозная пружина 30 получает дополнительное сжатие и зазоры  $\Delta$  между внутренними аксиальными поверхностями ступиц роторов 18, 19 и заплечниками 31, 32 вала ротора 23 уменьшаются. Между тормозными кольцевыми накладками 7 и пластинами 21, 22 дисков ротора образуются зазоры, равные величине  $\Delta$ , а между аксиальными рабочими поверхностями магнитопроводов статора 12, 13 и ротора 15, 16 устанавливаются рабочие зазоры 5, сохраняющиеся в процессе вращения ротора, которое он получает в результате действия вращающегося магнитного поля. Осевые силы притяжения магнитопроводов статора 12, 13 и ротора 15, 16 превышают силу сжатия тормозной пружины 30, поэтому между внутренними аксиальными поверхностями ступиц роторов 18, 19, упорными кольцами 33, 34 и тормозной пружиной 30 возникают усилия взаимодействия, равные разности силы притяжения магнитопроводов статора 12, 13 и ротора 15, 16 и силы сжатия тормозной пружины 30, которые воспринимаются заплечниками 31, 32 вала ротора 23. Так как силы притяжения двух пакетов роторов равны по модулю, но направлены встречно, то они взаимно компенсируются заплечниками 31, 32 вала ротора 23 и полностью разгружают радиальные подшипники 24, 25 вала ротора 23, что положительно отражается на ресурсе и долговечности электрической машины.

Самовентиляционная система охлаждения машины функционирует за счет поступления вовнутрь центральной кольцевой полости машины охлаждающих воздушных потоков через вентиляционные отверстия 37 в боковых щитах 4, 5 корпуса статора 1, отверстия 39 в ступицах роторов 18, 19, радиальные вентиляционные каналы

38 и выброса нагретого воздуха наружу под действием центробежных сил, возникающих при вращении ротора, через вентиляционные отверстия 43, 44 обода 3 корпуса статора 1.

5 При отключении электропитания от m-фазных обмоток возбуждения 14 исчезает магнитный поток, удерживающий пакеты роторов в рабочем положении. Вследствие этого тормозная пружина 30 вызывает обратное взаимное осевое смещение их по шлицевым соединениям 28, 29 вдоль вала 23. При этом каждый пакет ротора входит в контакт со своей тормозной накладкой, а между внутренними аксиальными  
10 поверхностями ступиц роторов 18, 19 и заплечниками 31, 32 вала ротора 23 образуются зазоры, равные величине  $\Delta$ . В результате трения поверхностей закаленных пластин 21, 22 пакетов роторов и тормозными кольцевыми накладками 7 происходит остановка ротора.

#### Формула изобретения

15 1. Сдвоенная аксиальная асинхронная электрическая машина со встроенным тормозным устройством, содержащая сборный симметричный корпус с центральной кольцевой полостью, статор, ротор, магнитопроводы статора и ротора с обмотками, боковые щиты с подшипниками, вал ротора, тормозное устройство и пружину,  
20 отличающаяся тем, что корпус статора в форме наружного цилиндрического обода составляет единое целое с центральным опорным диском, на аксиальных поверхностях которого жестко закреплены магнитопроводы статора с обмотками, вал ротора выполнен двухступенчатым, причем расстояние между заплечниками, расположенными ближе к центру вала, больше расстояния между внешними аксиальными поверхностями магнитопроводов статоров на величину, в два раза превышающую величину рабочего  
25 воздушного зазора, при этом пакеты роторов выполнены в форме кольцевых дисков с установленной между ними на валу тормозной пружиной с возможностью их аксиального перемещения вдоль оси.

2. Сдвоенная аксиальная асинхронная электрическая машина со встроенным тормозным устройством по п.1, отличающаяся тем, что вал ротора крепится в боковых  
30 щитах двигателя при помощи радиальных подшипников, наружные кольца каждого из которых входят в отверстие боковых щитов корпуса статора, а внутренние кольца упираются в заплечники, расположенные ближе к концам вала ротора.

3. Сдвоенная аксиальная асинхронная электрическая машина со встроенным тормозным устройством по п.1, отличающаяся тем, что между каждой из внутренних  
35 аксиальных поверхностей пакетов роторов и заплечниками, расположенными ближе к центру вала ротора, образованы зазоры, равные величине встречного смещения пакетов роторов по шлицам вала ротора при подключении обмоток магнитопроводов статора к сети.

4. Сдвоенная аксиальная асинхронная электрическая машина со встроенным  
40 тормозным устройством по п.1, отличающаяся тем, что тормозная пружина упирается обоими своими торцами через надетые на вал упорные кольца.

5. Сдвоенная аксиальная асинхронная электрическая машина со встроенным тормозным устройством по п.1, отличающаяся тем, что наружный цилиндрический  
45 обод корпуса статора с внешних сторон содержит отверстия для контроля над состоянием и толщиной тормозных накладок, одновременно служащие дополнительными вентиляционными отверстиями.

6. Сдвоенная аксиальная асинхронная электрическая машина со встроенным тормозным устройством по п.1, отличающаяся тем, что пакеты роторов сопряжены с



валом ротора посредством шлицевых соединений.

5

10

15

20

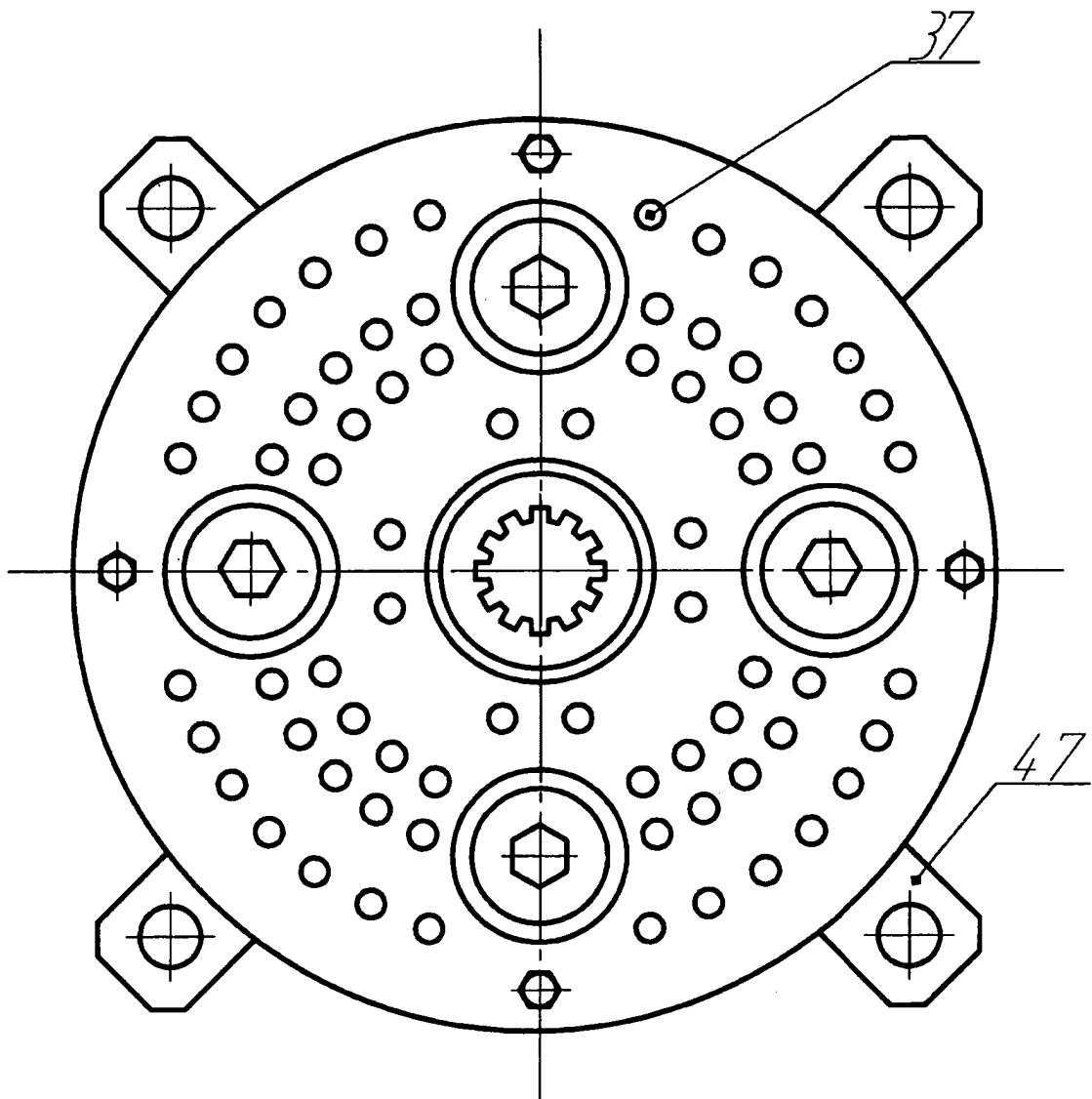
25

30

35

40

45



Фиг.2