



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*H02K 16/02 (2020.05); H02K 1/27 (2020.05); H02K 1/12 (2020.08)*

(21)(22) Заявка: 2020119958, 17.06.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.06.2020Дата регистрации:  
09.11.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.06.2020

(45) Опубликовано: 09.11.2020 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

117041, Москва, ул. Адмирала Лазарева, 43, кв.  
40, Борисову Э.В.

(72) Автор(ы):

Ермаков Сергей Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Ермаков Сергей Николаевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 2018138793 A1, 17.05.2018. AU  
2018239225 A1, 31.10.2019. CN 202550841 U,  
21.11.2012. RU 190521 U1, 03.07.2019. RU 2720233  
C1, 28.04.2020.

(54) Обратимый генератор

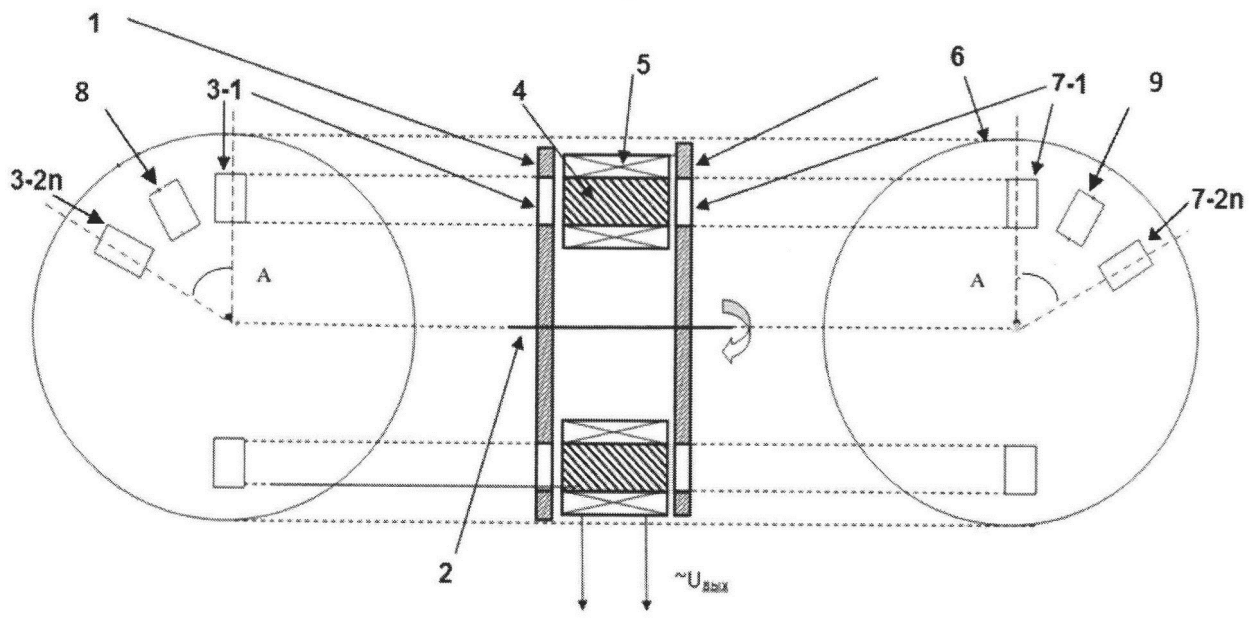
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к электрическим машинам, предназначенным для преобразования энергии механического движения в электрическую энергию и обратно. Требуемый технический результат, заключающийся в повышении эффективности преобразования энергии, достигается в устройстве, содержащем первый диск, закрепленный с возможностью вращения на валу и на котором по краю вдоль установочной окружности равномерно через одинаковые интервалы закреплено четное число основных постоянных магнитов с чередующейся намагниченностью, магнитопроводы с рабочими обмотками, размещенные возле первого диска с воздушным зазором, разделяющим основные постоянные магниты и магнитопроводы с рабочими обмотками, второй диск, аналогичный

первому диску, который закреплен параллельно первому диску с возможностью вращения на том же валу синхронно с первым диском по другую сторону магнитопроводов с рабочими обмотками с обеспечением воздушного зазора, разделяющего размещенные на нем основные постоянные магниты и магнитопроводы с рабочими обмотками, причем пространственно размещенные напротив друг друга основные постоянные магниты на первом и втором дисках имеют противоположную намагниченность, а на первом и втором дисках между основными постоянными магнитами с чередующейся намагниченностью закреплены дополнительные постоянные магниты с чередующейся намагниченностью, перпендикулярной намагниченности основных постоянных магнитов. 3 ил.

RU 200737 U1

RU 200737 U1



Фиг. 1

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к электрическим машинам, предназначенным как для преобразования энергии механического движения в электрическую энергию, так и, наоборот, электрической энергии в механическую.

5 Известно техническое решение, содержащее цилиндрический корпус, два магнитных сердечника цилиндрической формы с осевой намагниченностью, размещенных внутри цилиндрического корпуса и обращенных друг к другу одноименными полюсами, две цилиндрические катушки с осевыми обмотками, размещенные на цилиндрическом корпусе над соответствующими магнитными сердечниками [RU 83373, H02K 35/02, 27.01.2011].

10 Недостатком устройства является недостаточная эффективность преобразования механической энергии в электрический ток.

Известен также электрический генератор [RU 101881, H02K 35/02, 27.01.2011], содержащий цилиндрический корпус, два магнитных сердечника цилиндрической формы с осевой намагниченностью, размещенных внутри цилиндрического корпуса и  
15 обращенных друг к другу одноименными полюсами, две цилиндрические катушки с осевыми обмотками, размещенные на цилиндрическом корпусе над соответствующими магнитными сердечниками.

Недостатком этого технического решения также является недостаточная эффективность преобразования механической энергии в электрический ток.

20 Близким по технической сущности к предложенному является электрический генератор [RU 2654079, C2, H02K 35/02, 16.05.2018], содержащий цилиндрический корпус, два магнитных сердечника цилиндрической формы с осевой намагниченностью, размещенных внутри цилиндрического корпуса и обращенных друг к другу одноименными полюсами, две цилиндрические катушки с осевыми обмотками,  
25 размещенные на цилиндрическом корпусе над соответствующими магнитными сердечниками, и цилиндрическую катушку с радиальной обмоткой, расположенной на цилиндрическом корпусе между цилиндрическими катушками с осевыми обмотками.

Недостатком этого технического решения является относительно низкая эффективность преобразования механической энергии в электрический ток.

30 Кроме того, известен электрический генератор [RU 182991, U1, H02K 35/02, 07.09.2018], содержащий два магнитопровода, обращенных друг к другу, первую пару рабочих катушек и первую пару постоянных магнитов, выполненную с возможностью горизонтального крепления на приводе линейного генератора, вторая пара постоянных магнитов, выполненная с возможностью горизонтального крепления на приводе  
35 генератора, и вторая пара рабочих катушек, причем, магнитопроводы выполнены П-образными в плане и обращены друг к другу вертикальными элементами, в зазоре между одноименными вертикальными элементами магнитопроводов размещены соответствующие пары постоянных магнитов на расстоянии между парами, соответствующему расстоянию между парами вертикальных элементов  
40 магнитопроводов, при этом, постоянные магниты в каждой паре выполнены с противоположной полярностью и установлены с регулируемым зазором, а рабочие катушки, выполненные в виде обмоток вертикальных элементов магнитопроводов, соединены в единую электрическую цепь, выход которой является выходом линейного генератора.

45 Помимо указанных выше, известно электромагнитное устройство, выполненное с возможностью обратимой работы в качестве генератора и в качестве электродвигателя [RU 2510559, C2, H02K 1/18, H02K 1/14, H02K 7/18, H02K 16/04, 27.03.2014], содержащее ротор, вращающийся вокруг оси и несущий множество магнитов, распределенных через

одинаковые интервалы и с чередующимися ориентациями в, по существу, кольцеобразной структуре, статор, содержащий, по меньшей мере, одно магнитное ярмо, имеющее пару выступающих плеч, которые проходят к магнитам и несут соответствующую катушку для электрического соединения с используемым устройством или силовым драйвером, причем, по меньшей мере, одно магнитное ярмо является частью одной и той же замкнутой магнитной цепи, совместно с парой магнитов, противоположащих плечам ярма в заданный момент времени, и воздушным зазором, отделяющим ярмо от магнитов, причем, по меньшей мере, одно магнитное ярмо установлено независимо на собственной опоре, снабженной регулируемыми блоками, которые выполнены с возможностью регулирования положения ярма относительно противоположащих магнитов, и образует вместе с его катушками, его опорой и его регулируемыми блоками элементарную ячейку статора, которая может быть многократно повторена для образования обратимого электромагнитного устройства, включающего в себя однофазные или многофазные модули.

Недостатком этого технического решения является относительно низкая габаритная мощность генератора и эффективность преобразования механической энергии в электрическую и обратное преобразование электрической энергии в механическую.

Кроме указанных выше, близким по технической сущности к предложенному является электромагнитное устройство, выполненное с возможностью обратимой работы в качестве генератора и в качестве электродвигателя [US 2016308411, A1, H02K 1/18, H02K 16/02, 20.10.2016], содержащее первый диск, закрепленный с возможностью вращения на валу и на котором по краю вдоль установочной окружности равномерно через одинаковые интервалы закреплено четное число магнитов с чередующейся намагниченностью, а также магнитопроводы с рабочими обмотками, размещенные возле первого диска с воздушным зазором, разделяющим магниты и магнитопроводы с рабочими обмотками, и второй диск, аналогичный первому диску, который закреплен параллельно первому диску с возможностью вращения на том же валу синхронно с первым диском по другую сторону магнитопроводов с рабочими обмотками с обеспечением воздушного зазора, разделяющего размещенные на нем магниты и магнитопроводы с рабочими обмотками, причем, пространственно размещенные напротив друг друга постоянные магниты на первом и втором дисках имеют противоположную намагниченность.

Недостатком этого технического решения является относительно узкие функциональные возможности, не позволяющие использовать его в трехфазных электрических цепях. Это сужает арсенал технических средств, которые могут быть использованы в качестве обратимых электрических генераторов.

Наиболее близким по технической сущности к предложенному является обратимый генератор [RU 190521, U1, H02K 16/02, 03.04.2019], содержащий первый диск, закрепленный с возможностью вращения на валу и на котором по краю вдоль установочной окружности равномерно через одинаковые интервалы закреплено четное число магнитов с чередующейся намагниченностью, и магнитопроводы с рабочими обмотками, размещенные возле первого диска с воздушным зазором, разделяющим магниты и магнитопроводы с рабочими обмотками, а также второй диск, аналогичный первому диску, который закреплен параллельно первому диску с возможностью вращения на том же валу синхронно с первым диском по другую сторону магнитопроводов с рабочими обмотками с обеспечением воздушного зазора, разделяющего размещенные на нем магниты и магнитопроводы с рабочими обмотками, причем, пространственно размещенные один против другого постоянные магниты на

первом и втором дисках имеют противоположную намагниченность, причем, магнитопроводы с рабочими обмотками разделены на три равные группы, первая из которых ориентирована относительно постоянных магнитов таким образом, что, когда площадь их взаимного пересечения составляет  $1/3$ , то для второй группы площадь взаимного пересечения составляет  $2/3$ , а для третьей группы площадь взаимного пересечения составляет 1.

Недостатком наиболее близкого технического решения является относительно низкая эффективность преобразования энергии.

Это обусловлено, в частности, тем, что, магнитное поле постоянных магнитов распределено равномерно по обе стороны диска с постоянными магнитами, а магнитопроводы с рабочими обмотками могут располагаться либо с одной, либо с другой стороны диска. Следовательно, для повышения эффективности преобразования энергии целесообразно создать условия для того, чтобы магнитное поле постоянных магнитов было сконцентрировано преимущественно со стороны магнитопровода с рабочими обмотками

Поставленная задача заключается в создании обратимого генератора, обеспечивающего более высокую эффективность преобразования механической энергии в электрическую и обратно.

Технический результат заключается в повышении эффективности преобразования энергии.

Поставленная задача решается, а требуемый технический результат достигается в генераторе, содержащем первый диск, закрепленный с возможностью вращения на валу и на котором по краю вдоль установочной окружности равномерно через одинаковые интервалы закреплено четное число основных постоянных магнитов с чередующейся намагниченностью, магнитопроводы с рабочими обмотками, размещенные возле первого диска с воздушным зазором, разделяющим основные постоянные магниты и магнитопроводы с рабочими обмотками, второй диск, аналогичный первому диску, который закреплен параллельно первому диску с возможностью вращения на том же валу синхронно с первым диском по другую сторону магнитопроводов с рабочими обмотками с обеспечением воздушного зазора, разделяющего размещенные на нем основные постоянные магниты и магнитопроводы с рабочими обмотками, причем, пространственно размещенные напротив друг друга основные постоянные магниты на первом и втором дисках имеют противоположную намагниченность, согласно полезной модели, на первом и втором дисках между основными постоянными магнитами с чередующейся намагниченностью закреплены дополнительные постоянные магниты с чередующейся намагниченностью, перпендикулярной намагниченности основных постоянных магнитов.

На чертеже представлен обратимый генератор:

на фиг. 1 - функциональная схема обратимого генератора;

на фиг. 2 - расположение основных и дополнительных постоянных магнитов на фронтальной части диска;

на фиг. 3 - пример трансформации магнитного поля при использовании устройства без дополнительных постоянных магнитов в магнитное поле с дополнительными постоянными магнитами.

Обратимый генератор (фиг. 1) содержит первый диск 1, закрепленный с возможностью вращения на валу 2 и на котором по краю вдоль установочной окружности равномерно через одинаковые интервалы закреплено четное число основных постоянных магнитов  $3-1 \dots 3-2n$  с чередующейся намагниченностью, а также магнитопроводы 4 с рабочими

обмотками 5, размещенные возле первого диска 1 с воздушным зазором, разделяющим основные постоянные магниты 3-1...3-2n и магнитопроводы 4 с рабочими обмотками 5.

5 Кроме того, обратимый генератор содержит второй диск 6, аналогичный первому диску 1, который закреплен параллельно первому диску 1 с возможностью вращения на том же валу 2 синхронно с первым диском 1 по другую сторону магнитопроводов 4 с рабочими обмотками 5 с обеспечением воздушного зазора, разделяющего размещенные на нем основные постоянные магниты 7-1...7-2n и магнитопроводы 4 с рабочими обмотками 5.

10 Особенностью предложенного обратимого генератора является то, что, пространственно размещенные один против другого основные постоянные магниты 3-1...3-2n на первом диске 1 и основные постоянные магниты 7-1...7-2n на втором диске 6 имеют противоположную намагниченность.

15 Кроме того, на первом 1 и втором 6 дисках между основными постоянными магнитами с чередующейся намагниченностью 3-1...3-2n и 7-1...7-2n, соответственно, закреплены дополнительные постоянные магниты 8 и 9, соответственно, с чередующейся намагниченностью, перпендикулярной намагниченности основных постоянных магнитов 3-1...3-2n и 7-1...7-2n, соответственно.

Работает обратимый генератор следующим образом.

20 Обратимый генератор включает в себя два синхронно вращающиеся диска 1 и 6, жестко посаженных на вал 2. На дисках 1 и 6 закреплены основные постоянные магниты, соответственно, 3-1...3-2n и 7-1...7-2n. Основные постоянные магниты на первом 1 и втором 6 дисках 3-1...3-2n и 7-1...7-2n, соответственно, расположены равномерно, то есть угол между осями магнитов является величиной постоянной и равен  $A=360/2n$ , где  
25 2n-четное число основных постоянных магнитов на каждом диске. Основные постоянные магниты на дисках 1 и 6 пространственно расположены один против другого, причем, намагниченность основных постоянных магнитов противоположна, как и соседних основных магнитов на дисках 1 и 6.

30 Между дисками закреплены магнитопроводы 4, на которых расположены рабочие обмотки 5. Между основными постоянными магнитами 3-1...3-2n и 7-1...7-2n и магнитопроводами 4 имеется зазор. Величина зазора должна быть минимально возможной, но исключающей трение постоянных магнитов о магнитопровод.

При вращении первого 1 и второго 6 дисков в магнитопроводах 4 возникает переменный магнитный поток, который наводит в обмотках 5 переменную эдс.

35 Магнитопроводы 4 с рабочими обмотками 5 целесообразно объединить, как минимум, в три группы. Каждая группа характеризуется начальным положением относительно постоянных магнитов на первого 1 и второго 6 дисков. Рабочие обмотки 5 каждой группы могут быть соединены параллельно, последовательно или параллельно - последовательно, так как фазы процессов в магнитопроводах 4 совпадают. Первая  
40 группа магнитопроводов расположена относительно основных постоянных магнитов таким образом, что площадь их взаимного их пересечения (постоянных магнитов и магнитопроводов), составляет около 33%. Для второй группы площадь взаимного пересечения составляет около 66%, для третьей - 100%. Такая компоновка позволяет использовать генератор в качестве генератора трехфазного напряжения, а при подаче  
45 трехфазного напряжения на рабочие обмотки 5 использовать генератор в качестве двигателя. Так может быть реализована обратимость генератора.

Кроме того, для повышения эффективности преобразования энергии на первом 1 и втором 6 дисках между основными постоянными магнитами с чередующейся

намагниченностью  $3-1 \dots 3-2n$  и  $7-1 \dots 7-2n$ , соответственно, закреплены дополнительные постоянные магниты 8 и 9, соответственно, с чередующейся намагниченностью, перпендикулярной намагниченности основных постоянных магнитов  $3-1 \dots 3-2n$  и  $7-1 \dots 7-2n$ , соответственно. Как видно из фиг. 3, основное магнитное поле расположено на одной стороне диска (которая обращена к магнитопроводам), а на другой стороне диска напряженность магнитного поля практически равна нулю. Поэтому, если магнитопроводы обращены к стороне с основным магнитным полем, то при вращении диска в них возникает значительно большее изменение индукции, а, следовательно, э.д.с. и мощности, чем в известном устройстве.

Таким образом, благодаря предложенному усовершенствованию известного технического решения повышается эффективность преобразования энергии, поскольку используется коррекция магнитного поля, что обеспечивает значительно большее изменение индукции.

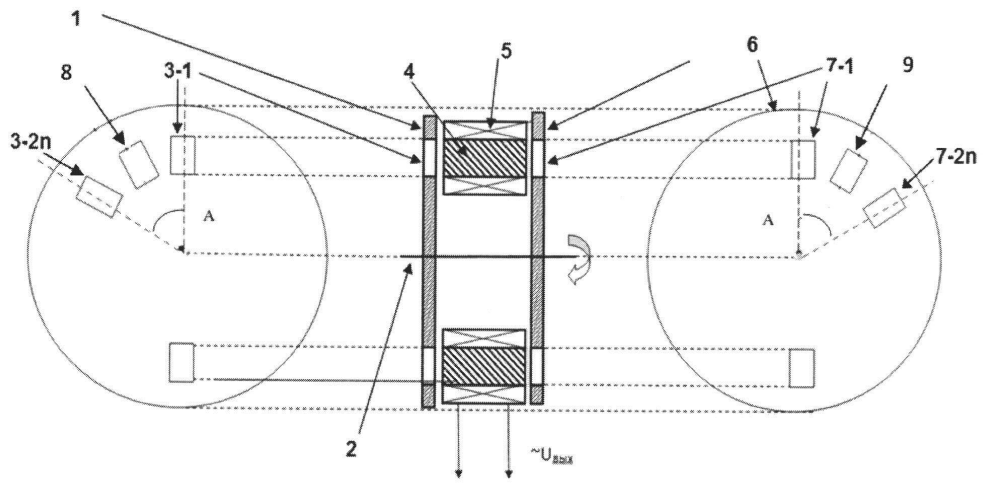
#### (57) Формула полезной модели

Обратимый генератор, содержащий первый диск, закрепленный с возможностью вращения на валу и на котором по краю вдоль установочной окружности равномерно через одинаковые интервалы закреплено четное число основных постоянных магнитов с чередующейся намагниченностью, магнитопроводы с рабочими обмотками, размещенные возле первого диска с воздушным зазором, разделяющим основные постоянные магниты и магнитопроводы с рабочими обмотками, второй диск, аналогичный первому диску, который закреплен параллельно первому диску с возможностью вращения на том же валу синхронно с первым диском по другую сторону магнитопроводов с рабочими обмотками с обеспечением воздушного зазора, разделяющего размещенные на нем основные постоянные магниты и магнитопроводы с рабочими обмотками, причем пространственно размещенные один напротив другого основные постоянные магниты на первом и втором дисках имеют противоположную намагниченность, а магнитопроводы с рабочими обмотками объединены в три группы, каждая из которых характеризуется начальным положением относительно постоянных магнитов первого и второго дисков, причем первая группа магнитопроводов расположена таким образом, что площадь их взаимного пересечения составляет 33%, для второй группы площадь взаимного пересечения составляет 66%, для третьей - 100%, отличающийся тем, что на первом и втором дисках между основными постоянными магнитами с чередующейся намагниченностью закреплены дополнительные постоянные магниты с чередующейся намагниченностью, перпендикулярной намагниченности основных постоянных магнитов.

40

45

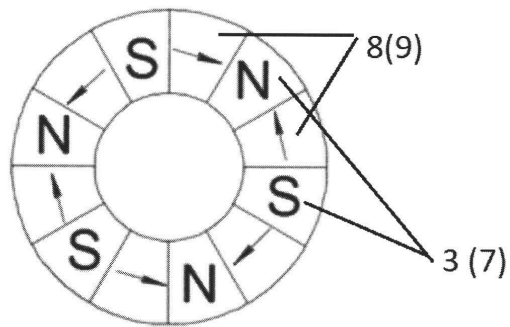
1



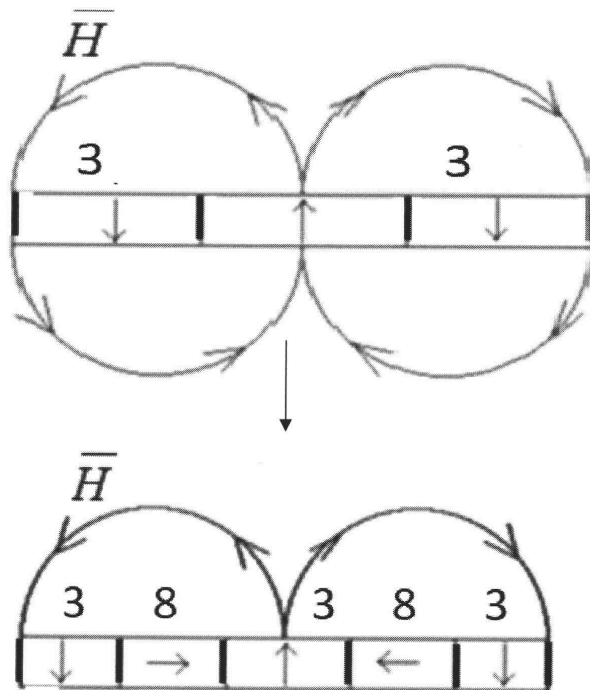
Фиг. 1

2





Фиг. 2



$$\bar{H} = 0$$

Фиг. 3