

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **048063**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- |   |   |
|---|---|
| <p>(45) Дата публикации и выдачи патента<br/><b>2024.10.23</b></p> <p>(21) Номер заявки<br/><b>202293150</b></p> <p>(22) Дата подачи заявки<br/><b>2021.05.07</b></p> | <p>(51) Int. Cl. <b>H02K 16/04</b> (2006.01)<br/><b>H02K 21/14</b> (2006.01)<br/><b>H02K 19/24</b> (2006.01)<br/><b>H02K 19/20</b> (2006.01)<br/><b>H02K 21/16</b> (2006.01)<br/><b>H02K 21/12</b> (2006.01)<br/><b>H02K 1/27</b> (2006.01)</p> |
|---|---|

**(54) ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР С МНОЖЕСТВОМ СТАТОРОВ**

- |   |  |
|---|--|
| <p>(31) <b>2020/02703</b></p> <p>(32) <b>2020.05.13</b></p> <p>(33) <b>ZA</b></p> <p>(43) <b>2023.01.02</b></p> <p>(86) <b>PCT/IB2021/053898</b></p> <p>(87) <b>WO 2021/229391 2021.11.18</b></p> <p>(71)(73) Заявитель и патентовладелец:<br/><b>ДЗЕ ТРАСТИИС ФОР ДЗЕ<br/>ТАЙМ БИИНГ ОФ ДЗЕ КМН<br/>ФУЛФИЛИМЕНТ ТРАСТ (ZA)</b></p> <p>(72) Изобретатель:<br/><b>Макгеру Кабу Волтер (ZA)</b></p> <p>(74) Представитель:<br/><b>Котлов Д.В., Яшмолкина М.Л.,<br/>Лазебная Е.А. (RU)</b></p> | <p>(56) US-A1-20130093276<br/>US-A1-20180301955<br/>US-A1-20140232233<br/>US-A1-20140002001<br/>US-A1-20120139379<br/>WO-A1-2020261113</p> |
|---|--|

- (57) Генератор электроэнергии имеет ротор и множество статоров, расположенных коаксиально и концентрически вокруг центральной оси. Первый статор расположен концентрически вокруг ротора и рядом с ним, причем ротор и первый статор разделены воздушным зазором ротор-статор, а второй статор расположен концентрически вокруг первого статора и рядом с ним, причем первый и второй статоры разделены воздушным зазором статор-статор. Ротор включает в себя множество структур магнитных полюсов, сконфигурированных для обеспечения или создания множества магнитных полюсов, и радиально внешняя поверхность каждой из структур магнитных полюсов изогнута со средним радиусом кривизны, который меньше, чем среднее расстояние между внешней поверхностью и центральной осью. Таким образом, воздушный зазор между ротором и статором изменяется по окружности, при этом наименьшее расстояние находится в центре окружности каждой из структур магнитных полюсов, а наибольшее расстояние - на концах окружности каждой из структур магнитных полюсов. Воздушный зазор статор-статор имеет одинаковую толщину.

**048063**  
**B1**

**048063**  
**B1**

### Область изобретения

Изобретение в целом относится к генераторам электроэнергии и более конкретно к генератору электроэнергии, имеющему один ротор и множество статоров.

#### Уровень техники

Заявитель отмечает, что принципиальная конструкция электрогенераторов не менялась на протяжении многих лет. Большинство генераторов электроэнергии имеют ротор и статор, где статор охватывает ротор, или применяются другие вращающиеся комбинации этих двух деталей для выработки электроэнергии.

В большинстве случаев статор сопровождается ротором, а статор имеет обратный путь (иногда называемый обратным сердечником), чтобы направлять магнитное поле для замыкания магнитной цепи и полного использования магнитного поля по мере его движения от одного полюса к другому. Учение в данной области техники состоит в том, что должен присутствовать обратный путь в осевом направлении наружу от статора (в машинах с радиальным воздушным зазором). Было проведено множество исследований и предпринято попыток инноваций и изобретений для оптимизации и повышения эффективности генератора электроэнергии. Большинство этих попыток основано на преобладающем учении в данной области техники, которое гласит, что ротор генерирует магнитное поле, излучаемое от ротора в статор и через него и возвращается через обратный путь, образуя замкнутую цепь и, следовательно, завершая петлю магнитного поля.

Это учение действительно работает и эффективно используется в течение многих лет. Патент US2007/0138896 описывает электрическую машину, в частности реактивный двигатель, который имеет два ротора и два статора; он имеет воздушный зазор, чья функция заключается в том, чтобы изолировать два статора друг от друга, так что между этими двумя статорами нет магнитной связи или она минимальна. Этот двигатель также имеет магнитное устройство смещения, которое создает однонаправленный магнитный поток к ротору, так что ротор двигателя может иметь более высокий крутящий момент. Воздушный зазор и постоянный магнит работают вместе, чтобы придать магнитному полю одно направление, а также убедиться, что магнитные поля статоров не связаны друг с другом.

Другим документом предшествующего уровня техники является патент СА 2541286. В этом документе описаны два статора, которые разнесены по оси.

Заявитель отмечает, что предпринимались соответствующие попытки, как эффективно иллюстрируют вышеупомянутые патенты и предшествующий уровень техники, и что всегда существовала давняя потребность в улучшении конфигурации генераторов электроэнергии и повышении производительности таких генераторов. Основным недостатком попыток при предшествующем уровне техники является то, что они не полностью реализуют или не используют большой потенциал, заключенный в магнитном поле.

Заявителю нужен генератор электроэнергии, который имеет множество статоров и использует радиальные характеристики магнитного поля для генерации улучшенной выходной мощности по доступной цене, что дает коммерческие преимущества.

#### Сущность изобретения

Соответственно, изобретение представляет генератор электроэнергии, содержащий ротор и множество статоров, при этом:

- ротор и множество статоров расположены соосно и концентрично вокруг центральной оси;
- ротор расположен радиально внутри множества статоров;
- первый из множества статоров расположен концентрически вокруг ротора и рядом с ним, причем ротор и первый статор разделены воздушным зазором ротор-статор;
- второй из множества статоров расположен концентрически вокруг первого и рядом с ним, при этом первый и второй статоры разделяются только воздушным зазором статор-статор;
- ротор включает множество структур магнитных полюсов, сконфигурированных для обеспечения или создания множества магнитных полюсов;
- радиально-внешняя поверхность каждой из структур магнитных полюсов изогнута со средним радиусом кривизны, который меньше среднего расстояния между внешней поверхностью и центральной осью, воздушный зазор ротор-статор, таким образом, изменяется по окружности на расстояние, при этом наименьшее расстояние находится в центре окружности каждой из структур магнитных полюсов, а наибольшее - на концах окружности каждой из структур магнитных полюсов; и
- воздушный зазор статор-статор имеет одинаковую толщину.

В воздушном зазоре ротор-статор соотношение наибольшего расстояния к наименьшему может находиться в диапазоне от 30:1 до 2:1, более конкретно от 20:1 до 5:1, более конкретно от 15:1 до 10:1, а точнее от 14:1 до 13:1. Хотя фактические размеры могут быть обусловлены габаритными размерами генератора электроэнергии, наибольшее расстояние может составлять около 135 мм, а наименьшее - по меньшей мере 5 мм.

Наименьшее расстояние в центре окружности каждой из конструкций магнитных полюсов может составлять 5-50 мм. Наибольшее расстояние на концах окружности каждой из конструкций магнитных полюсов может составлять от 30 до 150 мм.

Воздушный зазор статор-статор может быть меньше, чем наименьшее расстояние воздушного зазора ротор-статор. Воздушный зазор статор-статор может составлять по меньшей мере 0,25 мм, более конкретно может составлять по меньшей мере 2 мм.

Генератор электроэнергии может включать в себя обратный сердечник. Обратный сердечник может обеспечить обратный путь и помочь замкнуть магнитную цепь от магнитных полюсов ротора. Обратный сердечник может быть размещен вокруг множества статоров, другими словами, вокруг самого внешнего статора. Статор(ы), который расположен между ротором и самым внешним статором, является промежуточным; в генераторе с двумя статорами будет только один промежуточный статор (первый статор), в генераторе с тремя статорами будет два промежуточных статора и т.д.

Множество статоров может служить одной или несколькими из следующих целей:

более полное по сравнению с генератором с одним статором использование магнитного поля;

получение лучшей формы волны от обмоток во множестве статоров по сравнению с обмотками только в одном статоре. В контексте данного описания "лучшая форма волны" может означать более синусоидальную форму, более низкие гармоники и/или более гладкую форму, чем у генерируемой одним статором;

обмотки во множестве статоров могут быть соединены друг с другом параллельно.

Генератор электроэнергии может включать только два статора. Генератор электроэнергии может включать в себя три или более трех статоров.

В результате наличия и конфигурации множества статоров генератор может производить выходное напряжение синусоидальной формы с полным гармоническим искажением менее 0,8% без использования схемы коррекции формы волны, что может быть превосходным и неожиданным техническим результатом.

Изобретение может обеспечить новый способ эффективного использования магнитного поля, излучаемого ротором. В конструкциях предшествующего уровня техники магнитное поле от ротора излучается наружу в статор и затем в обратный путь.

Обратный путь направляет магнитное поле назад к следующему полюсу ротора. Эта конфигурация предшествующего уровня техники может показаться хорошей, и не похоже, что есть необходимость в другом статоре вследствие развития и учения, которому обучали в течение по крайней мере века. На первый взгляд, включение в соответствии с предлагаемым изобретением двух или более статоров без добавления большего количества роторов рядом с первым может показаться довольно странным. Эти известные патентованные конструкции могут не полностью отражать потенциал свойств магнитного поля.

Другое ценное свойство магнитного поля, которое очень полезно, заключается в том, что когда два магнита противоположной полярности, например, северный полюс обращен к южному полюсу, как это происходит со статорами с меньшими воздушными зазорами, напряженность магнитного поля с обеих сторон увеличивается, а в некоторых случаях может даже увеличиться вдвое. Этот эффект приводит к большей скорости изменения и, следовательно, к высокому уровню генерации напряжения.

Изобретение может более полно использовать потенциал магнитного поля за счет включения большего количества соседних статоров; эти статоры могут концентрически накладываться друг на друга, и все они концентричны по отношению к ротору. Ротор может вращаться внутри статоров и излучать магнитное поле через соседний статор, а затем в следующий(ие) статор(ы).

#### **Краткое описание чертежей**

Изобретение далее будет описано в качестве примера со ссылкой на прилагаемые схематические чертежи.

В чертежах:

фиг. 1 показывает схематический вид в разрезе первого варианта осуществления генератора электроэнергии в соответствии с изобретением;

фиг. 2 показывает схематический вид в разрезе второго варианта осуществления генератора электроэнергии в соответствии с изобретением;

фиг. 3 показывает форму сигнала выходного напряжения первого статора генератора по фиг. 1; и

фиг. 4 показывает форму сигнала выходного напряжения второго статора генератора по фиг. 1.

#### **Подробное описание примеров вариантов осуществления**

Последующее описание изобретения предоставлено для более полного понимания изобретения. Специалисты в соответствующей области техники должны понимать, что в описанный вариант осуществления можно внести множество изменений, при этом все еще достигая положительных результатов настоящего изобретения. Также должно быть очевидно, что некоторые из желаемых преимуществ настоящего изобретения могут быть достигнуты путем выбора некоторых особенностей настоящего изобретения без использования прочих особенностей. Соответственно, специалисты в данной области техники должны понимать, что модификации и адаптации настоящего изобретения возможны, и даже могут быть желательны при определенных обстоятельствах, но при этом они являются частью настоящего изобретения. Таким образом, последующее описание приведено для иллюстрирования принципов настоящего изобретения, а не его ограничения.

На фиг. 1 показан первый вариант реализации генератора электроэнергии 100 в соответствии с изобретением. Проиллюстрированы только основные части генератора 100, а более общие части (такие как подшипники, ось, рама, входной привод, выходная проводка и т.д.) не показаны, но специалист в данной области поймет, что они могут образовывать часть изобретения.

Генератор 100 имеет центральный ротор 110, установленный с возможностью вращения вокруг центральной оси 111. Ротор 110 имеет множество структур магнитных полюсов 112, сконфигурированных для обеспечения или создания множества магнитных полюсов (например, N-S-N-S). Каждая структура магнитных полюсов 112 имеет магнитный элемент 113, который может быть постоянным магнитом или электромагнитом. В этом примере имеется четыре структуры магнитных полюсов 112, и генератор 100, таким образом, представляет собой четырехполюсную машину. Каждая структура магнитных полюсов 112 может иметь форму башмака ротора.

Каждая структура магнитных полюсов 112 имеет дугообразную радиальную внешнюю поверхность 114. Радиус кривизны внешней поверхности 114 меньше расстояния от внешней поверхности 114 до центральной оси 111. Это означает, что внешняя поверхность 114 имеет более агрессивную кривизну, чем дуга смещения, которую описывает внешняя поверхность 114 при использовании.

Генератор 100 имеет множество статоров 120, 130. В этом примерном варианте осуществления он имеет два статора 120, 130, а именно внутренний статор 120 и внешний статор 130. Внутренний статор 120 расположен радиально снаружи и рядом с ротором 110, а внутренний статор 120 и ротор 110 разделены воздушным зазором 116, 118 ротор-статор. Внешний статор 130 расположен радиально наружу от внутреннего статора 120 и примыкает к нему, а статоры 120, 130 разделены только воздушным зазором 122 статор-статор. Статоры 120, 130 расположены соосно и концентрично относительно центральной оси 111 и ротора 110; ротор 110 расположен радиально внутрь или внутри статоров 120, 130.

Учитывая дугообразный характер внешней поверхности 114 конструкции 112 магнитного полюса, воздушный зазор 116, 118 ротор-статор не является однородным по всей длине внешней поверхности 114. Более конкретно, воздушный зазор 116, 118 ротор-статор изменяется по окружности по расстоянию до внутреннего статора 120, при этом кратчайшее расстояние 118 находится в центре окружности структуры магнитного полюса 112, а самое большое расстояние 116 находится на концах окружности структуры магнитного полюса 112.

Напротив, воздушный зазор 122 статор-статор имеет одинаковую толщину. Кроме того, воздушный зазор статор-статор 122 короче даже самого малого расстояния 118 воздушного зазора ротор-статор 116, 118 и значительно короче самого большого расстояния 116 воздушного зазора ротор-статор 116, 118.

Генератор 100 имеет сердечник 132 вокруг второго статора 130 для обеспечения обратного магнитного пути для магнитного поля, создаваемого соответствующими структурами магнитных полюсов 112.

На фиг. 2 показан второй вариант генератора 200, который включает в себя три статора 120, 130, 210. Основное различие между этим генератором 200 и первым генератором 100 заключается во включении третьего статора 210, расположенного радиально снаружи и рядом со вторым статором 130. Вторым и третий статоры 130, 210 разделены вторым воздушным зазором статор-статор 212, который может быть короче или таким же, как (первый) воздушный зазор статор-статор 122 между первым и вторым статорами 120, 130.

Генератор 200 по-прежнему имеет обратный сердечник 132, но он находится вокруг третьего статора 210.

В ходе испытаний и моделирования заявитель обнаружил, что добавление второго статора 130 (и необязательно дополнительных статоров) имеет два основных преимущества:

статоры 120, 130, 210 генерируют большую мощность от того же самого ротора 110; а также форма волны генерируемой энергии имеет более низкие гармоники, то есть она ближе к чистой синусоиде, чем волна, генерируемая одним статором. Это означает, что каждый отдельный статор 120, 130, 210 может генерировать выходное напряжение с низким уровнем гармоник.

Что касается первого преимущества, заявитель предполагает, что больше статоров 120, 130, 210 "потребляют" или используют большее количество доступного магнитного поля, создаваемого ротором 110. При моделировании второй статор 130 вырабатывал примерно на 80% больше энергии, чем первый статор 120, что было значительным. Однако это достигается за счет увеличения сложности машины.

Заявитель предполагает, что оптимальным вариантом может быть 2-3 статора, то есть 2-3 статора могут обеспечить оптимальное соотношение между выработкой электроэнергии и сложностью/стоимостью машины. Хотя большее количество статоров (4 или более) по-прежнему будет генерировать некоторую дополнительную мощность, закон убывающей отдачи может не сделать такое количество статоров жизнеспособным. Более конкретно, первый статор 120 вырабатывает электроэнергию (по крайней мере, при более низких напряжениях, ниже 700 В), второй статор 130 вырабатывает больше энергии, чем первый статор 120, а третий статор 210 (в случае генератора 200) больше мощности, чем у второго статора 130, но скорость увеличения выработки мощности от второго статора 130 к третьему статору 210 невелика (например, меньше, чем увеличение от первого статора ко второму статору), но достаточно, чтобы все еще быть значимой и улучшить производительность генератора и его экономичность. Кроме того, заявитель отметил, что коэффициент мощности генератора 100, 200 (или генератора с

большим количеством статоров) действительно уменьшается при добавлении большего количества статоров, но это можно скорректировать до улучшенного или приемлемого уровня.

Еще одним преимуществом генератора 100 является то, что вращательные потери и потери при генерации магнитного поля, связанные с ротором 110, возникают только один раз, поскольку имеется только один ротор 110, в отличие от многороторной и многостаторной машины, в которой ротор может испытывать сопутствующие потери аддитивно. Дополнительным преимуществом является то, что имеется один ротор 110 для нескольких статоров 120, 130, 210, а вырабатываемая электрическая мощность в несколько раз превышает мощность, вырабатываемую одним статором.

В некоторых вариантах осуществления воздушный зазор ротор-статор 116, 118 может составлять по меньшей мере 5 мм в средней точке (другими словами, на кратчайшем расстоянии 118) структуры магнитного полюса 112, равномерно увеличиваясь до 35 мм на двух концах структуры магнитного полюса 112 (на самом большом расстоянии 116).

Статоры 120, 130, 210 имеют цилиндрическую форму с одинаковой формой окружности на их внутренней и внешней поверхностях по всей длине. Поскольку статоры 120, 130, 210 концентрически наложены друг на друга и разделены соответствующими статор-статорными воздушными зазорами 122, 212, статор-статорные воздушные зазоры 122, 212 одинаковы по всей окружности и могут составлять от 0 мм до 150 мм. Возможно, нет необходимости формировать магнитный поток в воздушных зазорах статор-статор 122, 212, чтобы сделать выходной сигнал синусоидальным, поскольку синусоидальный (или почти синусоидальный) сигнал создается автоматически за счет формы ротора 110 и воздушного зазора ротора-статор 116, 118 и распространяется через статоры 120, 130, 210. В некоторых вариантах осуществления воздушные зазоры 122, 212 между статорами могут составлять по меньшей мере 0,25 мм и могут составлять около 2 мм.

Специалисту в данной области техники будет очевидно, что статоры 120, 130, 210 имеют много общих для статоров элементов: зубцы и пазы с обмотками, размещенными в пазах. Ток индуцируется в обмотках магнитным полем, создаваемым ротором 110. Когда магнитное поле от ротора 110 проходит через множество воздушных зазоров 116, 118, 122, 212 и статоры 120, 130, 210, оно может уменьшиться и стать слабее.

Каждый статор 120, 130, 210 может включать в себя корпус статора для обеспечения жесткости, который ограничивает зубцы и пазы. Корпус статора может быть изготовлен из магнетитового материала, который может содержать магнетит и связующее вещество. Магнетитовый материал может быть в форме тонкоизмельченного магнетита, связанного и отвержденного смолой. Это может позволить некоторой степени магнитного поля, создаваемого ротором 110, проходить через внутренний статор 120 и взаимодействовать с другими статорами 130, 210. Это усиленное магнитное поле указывает на то, что по мере вращения ротора 110 увеличивается скорость изменения магнитного поля на статорах 120, 130, 210, даже статоры 130, 210, расположенные как самые дальние от центра в генераторе 100, 200, испытывают эффект. Когда воздушный зазор статор-статор 122, 212 меньше, то есть находится в диапазоне менее примерно 10 мм, эффект может усиливаться. Этот эффект происходит с соседними статорами 120, 130, 210.

На фиг. 3-4 показаны формы сигналов напряжения 300, 400, индуцированные или генерируемые соответственно в обмотках первого и второго статоров 120, 130. В этой конфигурации воздушный зазор статор-статор 122 составляет 5 мм. Генератор 100 использует электропитание с током 800 А и током возбуждения 60 А.

Заявитель предполагает, что могут существовать способы и методы увеличения напряженности магнитного поля или связи в статорах 130, 210 после внутреннего статора 120. Например, еще один способ увеличить магнитное поле от ротора 110 при прохождении поля через воздушные зазоры 116, 118, 122, 212 и статоры 120, 130, 210 состоит в том, чтобы замкнуть вторичные обмотки на статорах 120, 130, 210; эти вторичные обмотки могут быть расположены на верхних участках статоров 120, 130, 210, где они изолированы от первичных обмоток выработки электроэнергии в статорах 120, 130, 210. Эти вторичные обмотки статора могут не иметь входного тока. Конструктивные особенности этих вторичных обмоток заключаются в том, что они могут быть полностью встроены в корпус статора, и при изменении скорости изменения магнитного поля и его связи с ними они будут генерировать ток, который будет генерировать магнитное поле, усиливаемое электротехнической сталью, и это магнитное поле излучается наружу в обмотки выработки электроэнергии в пазах того же статора и наружу в соседний статор 130, 210 через воздушные зазоры 122, 212 статора.

Когда один или несколько статоров 120, 130, 210 полностью изготовлены из магнетита, смешанного со смолой, последний также может усиливать магнитное поле. При одинаковой толщине магнетитовый материал имеет лучшую радиальную магнитную дисперсию, чем электротехническая сталь. Эти обмотки могут располагаться по окружности статора 120, 130, 210 со всех сторон.

Еще один вариант осуществления для увеличения магнитного поля состоит в том, чтобы первичная обмотка выработки электроэнергии была полностью встроена в корпус статора 120, 130, 210; эта конструкция может быть выполнена из электротехнической стали в качестве основного материала для изготовления статора 120, 130, 210.

Материалом для изготовления статора 120, 130, 210 также может быть магнетитовый материал,

смешанный со смолой.

В варианте осуществления материалом для изготовления корпуса статора является электротехническая сталь, в которую встроена обмотка выработки электроэнергии с поверхностным слоем магнетита, связанным на поверхности обмоток для увеличения электрического поля. Мелкоизмельченный магнетит обладает свойством более сильного электрического поля и с его помощью можно увеличить рабочее электрическое поле на обмотках статора. В этом варианте осуществления статоры 120, 130, 210 могут не иметь пазов для размещения обмоток, поскольку обмотки будут находиться внутри статора 120, 130, 210. Вторичные обмотки могут быть во всех статорах; эти вторичные обмотки могут находиться в статорах 130 для создания магнитного поля радиально внутрь к соседнему внутреннему статору 120 и наружу к соседнему внешнему статору 210 и в обратный путь 132 самого внешнего статора 210.

Первичные обмотки генерирования электроэнергии, встроенные в конструкцию из электротехнической стали статора 120, 130, 210, могут также излучать магнитное поле радиально внутрь к соседнему внутреннему статору 120, 130 и наружу к соседнему внешнему статору 130, 210 и в обратный путь 132. Обратный путь 132 может быть увеличен, чтобы он имел достаточную проницаемость, чтобы выдерживать повышенное магнитное поле. Проблема, которая может возникнуть с этим вариантом осуществления, заключается в том, что необходимо охлаждение обмотки статора. Охлаждение в этом варианте осуществления может быть эффективно обеспечено водяным охлаждением статоров 120, 130, 210. Первичная обмотка, встроенная в статор, и вторичные обмотки, встроенные в статор 120, 130, 210, могут быть расположены в одном и том же статоре 120, 130, 210 и/или могут быть как поверхностно склеены, так и залиты магнетитом.

Как упоминалось выше, в некоторых вариантах осуществления может быть целесообразным использование магнетитового материала, в частности, для конструктивных/корпусных частей статоров 120, 130, 210. Воздушные зазоры статор-статор 122, 212 могут быть небольшими: в диапазоне размеров от около 0 мм до около 10 мм, например 5 мм. Поскольку воздушные зазоры статор-статор 122, 212 малы, поток воздуха для охлаждения статоров 120, 130, 210 может быть уменьшен, и поэтому охлаждение может быть не таким эффективным.

Мелкий магнетит как материал обладает благоприятными термическими свойствами. Во время тестирования было обнаружено, что магнетитовый материал, смешанный со смолой, выделяет тепло в окружающую среду намного быстрее, чем многие электрические материалы. Магнетит также медленно нагревается. Магнетитовый материал для использования в электротехнике обладает рядом благоприятных свойств; одно из применений магнетита - генератор электроэнергии.

Обратный путь 132 может быть больше и иметь большую толщину. Размер обратного пути 132 по его толщине может быть одной из характерных особенностей настоящего изобретения. По сравнению с обычной конструкцией и современным уровнем техники обратный путь 132 настоящего изобретения всегда может быть толще, чем обратный путь современного уровня техники, даже если магнитное поле становится меньше при добавлении большего числа статоров, обратный путь 132 можно еще сделать толще. Когда обратный путь 132 сделан более толстым, генератор 100 электроэнергии может генерировать больше энергии.

В основных генераторах предшествующего уровня техники, то есть с одним центральным ротором и одним статором вокруг ротора и без какой-либо схемы коррекции формы сигнала, гармоники напряжения формы выходного сигнала могут быть высокими. В настоящем раскрытии генератор 100 дает неожиданный и несколько удивительный технический результат более плавной формы волны напряжения и, следовательно, более плавного крутящего момента на роторе 110, более плавной плотности магнитного потока в воздушном зазоре между ротором 110 и внутренним статором 120, а также дает более плавную плотность потока магнитного воздушного зазора между статорами 120, 130. Эти плавные технические результаты могут быть применимы ко всем последующим статорам 210 генератора 200.

Преимуществом генератора 100 является низкое гармоническое искажение. Генератор может иметь менее 1% THD (суммарные гармонические искажения) и может иметь около или менее 0,8% THD. В конкретном варианте осуществления, в котором кратчайшее расстояние 118 воздушного зазора ротор-статор 116, 188 составляет по меньшей мере 35 мм, самое большое расстояние 116 составляет 75 мм, а воздушный зазор статор-статор составляет 10 мм и является однородным по окружности. В этом варианте осуществления генератор 100 формировал выходной сигнал с THD менее 0,8%. Для выработки электроэнергии стандартное требование для гармоник составляет менее 8%, и поэтому данный генератор 100 производит электроэнергию значительно ниже этого порога без каких-либо дополнительных схем коррекции или формирования сигнала.

Такой низкий THD дает возможность настроить данный генератор более агрессивно для выработки большего тока - обычно это приводит к увеличению коэффициента гармонических искажений, но это может быть сделано для приближения к пределу 8% и извлечения большей мощности при сохранении гармонических искажений ниже приемлемого порога суммарных гармонических искажений. В этом варианте оба статора генерируют напряжение с низкими гармоническими искажениями. Напряжение с низкими гармоническими искажениями может обеспечить огромную экономическую выгоду, поскольку увеличение тока будет генерировать больше энергии и увеличивать экономическую выгоду, что приве-

дет к экономическому успеху. Это преимущество низкого уровня гармоник решает проблему ограничения высокого уровня гармоник обычного генератора предшествующего уровня техники.

Еще один момент, который следует отметить, заключается в том, что внешний статор 130 имеет больший радиус, чем внутренний статор 120, и, следовательно, имеет большую площадь для размещения зубцов и витков в зубцах. Это может помочь в производстве электроэнергии. Чем больше размер статора увеличивается, тем больше увеличивается генерация напряжения из-за увеличения интегральной площади поверхности. Следовательно, чем больше статоров добавлено, с большим радиусом, тем больше генерируется напряжение, даже если количество витков на фазу одинаково. Это также приносит большую экономическую выгоду и приносит экономический успех.

Способ работы этого генератора 100 может заключаться в том, что он может работать в разных режимах, чтобы соответствовать различным условиям потребителя или сети. Оба статора 120, 130 могут работать под нагрузкой. В качестве альтернативы генератор 100 может работать, когда внутренний пусковой механизм 120 работает без нагрузки, а внешний статор 130 работает под нагрузкой, то есть в случаях, когда потребность меньше. Внутренний статор 120 может уменьшать магнитное поле, при этом выходная мощность все еще может иметь низкие гармоники напряжения во внешнем статоре 130. Причина выбора статора 120 для работы без нагрузки заключается в том, что при более высоком напряжении выше 700 В он вырабатывает наименьшее количество энергии по сравнению со всеми другими статорами вследствие своего размера его радиуса. Отсутствие нагрузки на одном из статоров не влияет на качество электроэнергии по гармоникам напряжения. Другими словами, даже при работе одного из статоров 120 без нагрузки другой статор 130, работающий под нагрузкой, по-прежнему имеет благоприятные или низкие характеристики THD. Соответственно, даже если один из статоров 120 не нагружен, его простое присутствие или близость к другому статору 130 по-прежнему обеспечивает технический эффект. По сравнению с обычной конструкцией с одним ротором и одним статором, даже если один статор выполнен таким же большим, как объединенные три или два статора, конструкция с несколькими статорами работает сравнительно лучше благодаря техническому эффекту низких гармоник напряжения.

Результатом работы внутреннего статора 120 без нагрузки может быть то, что противодействующее механическое воздействие на вращение ротора 110 и крутящий момент зубчатого зацепления от других статоров 130 уменьшаются, и, следовательно, работа генератора 100 становится более плавной и улучшенной. Любой другой статор 130, 210 может работать без нагрузки, регулируя потребность в мощности. Внешний статор 130, 210 не может быть предпочтительным для работы без нагрузки, также с учетом потребности в мощности. Этот вариант осуществления обеспечивает некоторую гибкость работы генератора 100, 200 электроэнергии. Эта характерная черта низких гармоник может устранить ограничение, создаваемое относительно высоким уровнем гармоник в традиционном уровне техники. Электрический генератор 100, 200 может работать гибко, при этом по меньшей мере один статор работает под нагрузкой, в то время как другой статор работает без нагрузки, или по меньшей мере один статор работает без нагрузки, а другой статор работает под нагрузкой, и при этом генерировать напряжение с низкими гармониками. Этот режим работы может улучшить плавную работу генератора 100, 200.

Генератор 100, 200 может иметь опорную конструкцию (не показана). Опорная конструкция может содержать только один сердечник 132 для всех статоров 120, 130, 210. Все статоры 120, 130, кроме самого внешнего статора 130, 210, могут поддерживаться поперечными стяжками, чтобы придать статору 120, 130, 210 жесткость и предотвращать от любого его движения. Стяжка, которую можно использовать на этих статорах 120, 130, 210, может состоять из конструкционной стали марки 10.9 для обеспечения желаемой прочности.

Другой способ поддержки промежуточных статоров 120, 130 заключается в использовании немагнитного и непроводящего материала в качестве опорной конструкции в виде тяг, которые не будут влиять на направление потока магнитного поля на его пути к обмоткам и не будут создавать нежелательные магнитные помехи.

Этот предлагаемый электрический генератор 100 имеет ротор и несколько смежных статоров и представляет собой простое решение для выработки большей мощности с помощью одного ротора. Отличительной особенностью электрического генератора 100 является наличие нескольких статоров. Статоров может быть как минимум два. Это предлагаемое изобретение открывает новый способ получения большей мощности с помощью одного ротора и, таким образом, это изобретение существенно улучшает технику с превосходством в свойстве низких гармоник и придает этому изобретению техническую значимость. Синергетическая работа факторов, таких как внешний статор большего размера, общая площадь поверхности статора и удвоение магнитного поля, когда два статора обращены друг к другу; эти факторы работают вместе для увеличения выходного напряжения для данного электрического генератора 100.

В некоторых вариантах осуществления обратный путь может быть до десяти раз толще, чем в предшествующем изобретении. Для ротора того же размера оптимизированный обратный путь для данного изобретения может быть по меньшей мере в 1,5 раза толще, чем оптимизированная обычная конструкция. Этот обратный сердечник (иногда называемый обратным путем) может иметь толщину по меньшей мере 2 мм. Когда обратный путь сделан толще, генератор электроэнергии может генерировать

больше энергии даже при сохранении того же тока возбуждения и того же тока статора, но при увеличении толщины обратного пути генератор производит больше энергии, генерируя большее напряжение. Это довольно неожиданный технический результат и очень выгоден, и поэтому более толстый обратный путь может быть отличительной чертой электрического генератора 100. Для электрического генератора 100 обратный путь всегда расположен на самом внешнем статоре настоящего изобретения. Обратный путь может быть толще, чем второй или самый крайний статор.

Другой вариант осуществления этого изобретения состоит в том, что изобретение имеет несколько статоров и один ротор, следовательно, вариант осуществления, в котором имеется один ротор с несколькими статорами и холостой статор в электрическом генераторе. Иными словами, генератор электроэнергии может дополнительно включать в себя холостой статор в дополнение к множеству статоров, расположенный концентрично с множеством статоров, при этом холостой статор отличается тем, что не имеет рабочих обмоток.

#### Положения

1. Генератор электроэнергии имеет несколько статоров, при этом генератор имеет ротор в качестве своей самой внутренней части по меньшей мере двумя концентрическими статорами, где воздушный зазор между ротором и самым внутренним статором составляет по меньшей мере 10 мм в средней точке внешней поверхности полюсов ротора и воздушный зазор равномерно увеличивается по меньшей мере до 50 мм на двух концах полюсов, а воздушный зазор между соседними статорами составляет по меньшей мере (ноль) 0 мм по всей окружности двух соседних статоров.

2. Генератор электроэнергии по п.1, в котором каждый из промежуточных статоров имеет тонкий слой электротехнической стали в качестве обратного сердечника для поддержки статора, при этом толщина обратного сердечника составляет по меньшей мере 2 мм.

3. Генератор электроэнергии по п.1, в котором зубцы соседнего внешнего статора соединены с задней частью предшествующего (соседнего) статора для поддержки промежуточных статоров, находящихся между ротором и самым внешним статором.

4. Генератор электроэнергии по п.1, в котором для поддержки промежуточных статоров между ротором и самым внешним статором использованы тяги из конструкционной стали марки 10.9.

5. Генератор электроэнергии по п.1, в котором в качестве опорной конструкции промежуточных статоров, расположенных между ротором и самым внешним статором, используется немагнитный и неэлектропроводный материал.

6. Генератор электроэнергии по п.1, в котором воздушный зазор между статорами составляет 5 мм по окружности статоров.

7. Способ выработки электроэнергии по п.1, в котором воздушный зазор между внутренним статором (S1) и внешним статором (S2) составляет 5 мм, и этот воздушный зазор формирует более гладкую синусоидальную форму волны с меньшими гармониками менее 0,8%.

8. Способ выработки электроэнергии по п.1, в котором обмотки хотя бы одного статора помещены в мелкоизмельченный магнетит или магнетит, смешанный со смолой, где магнетит усиливает электрическое поле.

9. Способ выработки электроэнергии по п.1, в котором хотя бы один статор имеет одну из следующих обмоток:

в верхней части статора имеются вторичные обмотки, которые изолированы от обмоток статора, вырабатывающих энергию, где вторичные обмотки не имеют ввода тока в них, но генерируют магнитное поле за счет движения ротора, которое усиливается сталью и добавляется к магнитному полю ротора; или

где обмотки выработки электроэнергии полностью встроены в конструкцию статора из электрической стали для создания большего магнитного поля, которое усиливается стальной конструкцией, а для охлаждения статора используется водяное охлаждение.

10. Генератор электроэнергии по п.1, где обратный путь обклеен магнетитом для увеличения магнитного поля на статоре.

11. Генератор электроэнергии по п.1, где тонкий слой стали, который находится на тыльной стороне статора промежуточных статоров, обклеен магнетитом.

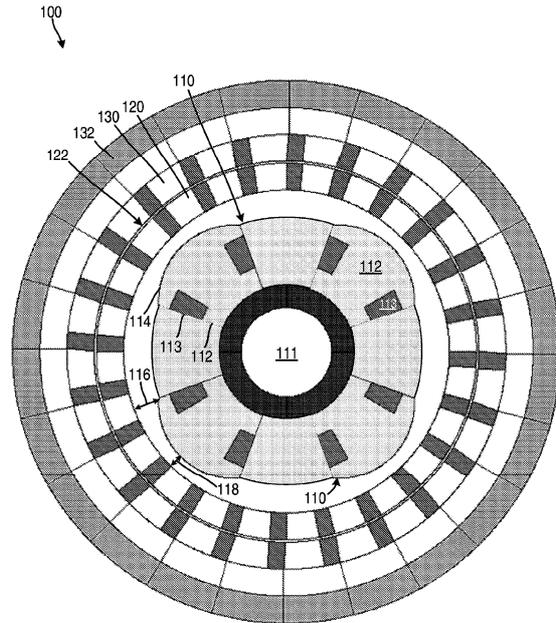
12. Способ выработки электроэнергии в электрогенераторе по п.1, в котором ближайший к ротору статор работает без нагрузки, а встречное механическое воздействие на вращение ротора и крутящий момент зубчатого зацепления со стороны других статоров уменьшены.

13. Способ выработки электроэнергии в электрогенераторе по п.1, в котором по меньшей мере один из промежуточных статоров между ротором и самым внешним статором работает без нагрузки, а все остальные статоры работают под нагрузкой.

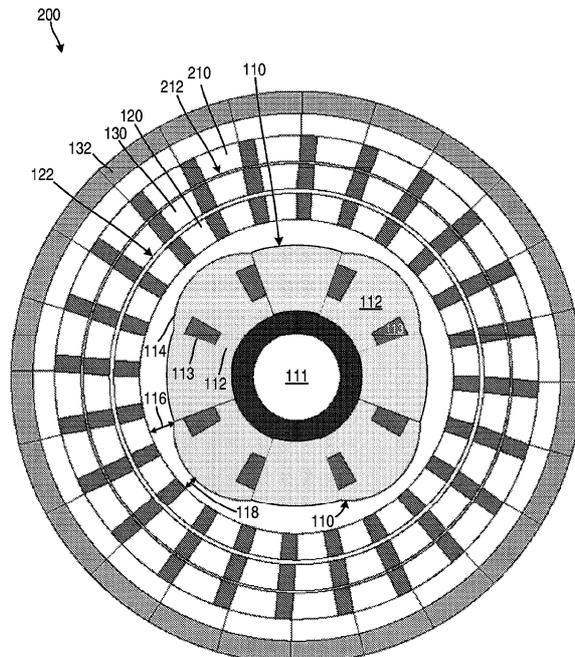
14. Генератор электроэнергии с несколькими статорами, в котором ротор является самой внутренней частью генератора, по меньшей мере, с двумя концентрическими статорами, расположенными радиально с ротором, при этом между ротором и самым внутренним статором имеется воздушный зазор ротор-статор, и между соседними статорами имеется воздушный зазор статор-статор.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

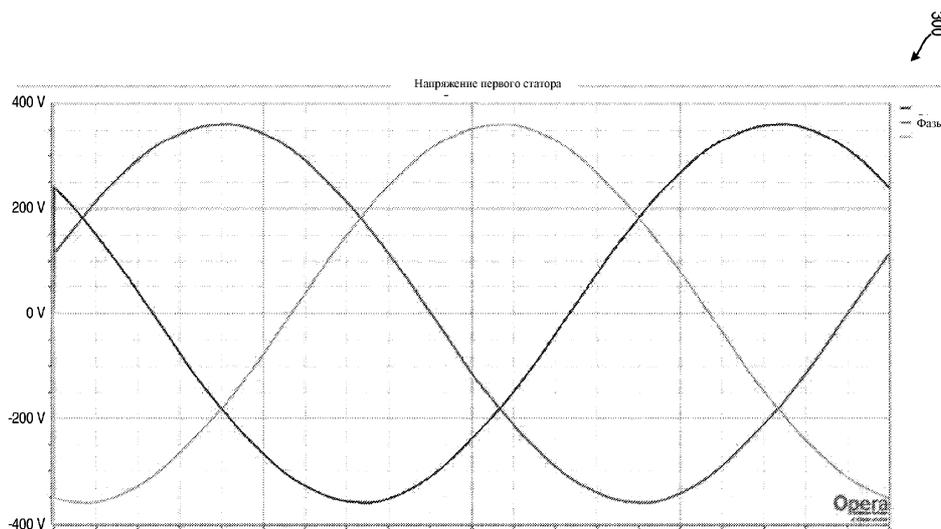
1. Генератор электроэнергии, содержащий ротор и множество статоров, в котором:
  - ротор и множество статоров расположены соосно и концентрично вокруг центральной оси;
  - ротор расположен радиально внутри множества статоров;
  - первый из множества статоров расположен концентрически вокруг ротора и рядом с ним, причем ротор и первый статор разделены воздушным зазором ротор-статор;
  - второй из множества статоров расположен концентрически вокруг первого статора и рядом с ним, при этом первый и второй статоры разделяются воздушным зазором статор-статор, который составляет по меньшей мере 0,25 мм;
  - ротор включает в себя множество структур магнитных полюсов, сконфигурированных для обеспечения или создания множества магнитных полюсов;
  - радиально-внешняя поверхность каждой из структур магнитных полюсов изогнута со средним радиусом кривизны, который меньше среднего расстояния между внешней поверхностью и центральной осью, воздушный зазор ротор-статор, таким образом, изменяется по окружности на расстояние, при этом наименьшее расстояние находится в центре окружности каждой из структур магнитных полюсов и составляет 5-50 мм, а наибольшее расстояние - на концах окружности каждой из структур магнитных полюсов и составляет 30-150 мм;
  - воздушный зазор статор-статор имеет одинаковую толщину;
  - генератор электроэнергии включает обратный сердечник, выполненный с возможностью обеспечения обратного пути и помощи в замыкании магнитной цепи от магнитных полюсов ротора, при этом сердечник расположен вокруг множества статоров, другими словами, вокруг самого внешнего статора;
  - обратный сердечник имеет толщину по меньшей мере 2 мм;
  - воздушный зазор статор-статор меньше наименьшего расстояния воздушного зазора ротор-статор;
- и
- синусоидальная форма выходного сигнала имеет суммарные гармонические искажения менее 0,8% без использования схемы коррекции формы сигнала.
2. Генератор электроэнергии по п.1, в котором соотношение наибольшего расстояния к наименьшему находится в диапазоне от 30:1 до 2:1.
3. Генератор электроэнергии по п.1, в котором наибольшее расстояние составляет 135 мм.
4. Генератор электроэнергии по п.1, в котором множество статоров работают вместе, чтобы сформировать лучшую форму выходного сигнала, имеющего более низкие гармоники от обмоток в множестве статоров по сравнению с таковой от одного отдельного статора из множества.
5. Генератор электроэнергии по п.1, который содержит по меньшей мере три статора, а именно первый статор, второй статор, который является промежуточным статором, и третий статор, который является самым внешним, расположенным концентрически вокруг и рядом со вторым статором, причем второй и третий статоры разделены вторым воздушным зазором статор-статор.
6. Генератор электроэнергии по п.1, в котором зубцы второго статора соединены с задней частью первого статора для поддержки.
7. Генератор электроэнергии по п.1, который включает стальные стяжки, расположенные между соседними статорами для их поддержки.
8. Генератор электроэнергии по п.1, который включает немагнитный и неэлектропроводный материал, используется в качестве опорной конструкции между соседними статорами.
9. Генератор электроэнергии по п.1, который дополнительно включает холостой статор в дополнение к множеству статоров и расположен концентрически с множеством статоров, при этом холостой статор отличается тем, что он не имеет рабочих обмоток.
10. Генератор электроэнергии по п.1, в котором:
  - все из множества статоров работают под нагрузкой; или
  - все, кроме одного, из множества статоров работают под нагрузкой, а один из множества статоров работает без нагрузки.



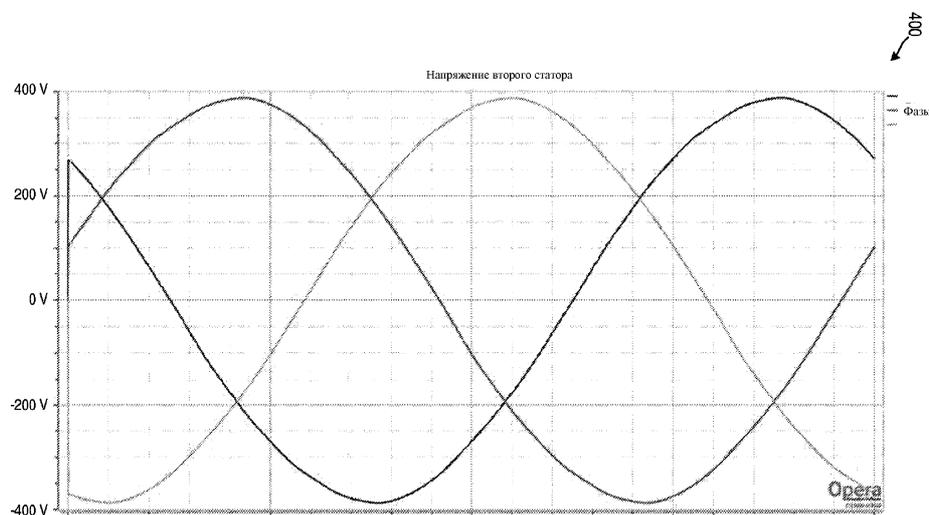
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

