

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039156**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.10

(51) Int. Cl. *F22B 1/28* (2006.01)
H05B 6/10 (2006.01)

(21) Номер заявки
201900556

(22) Дата подачи заявки
2018.06.19

(54) **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПАРОГЕНЕРАТОР**

(31) **2017121852**

(32) **2017.06.21**

(33) **RU**

(43) **2020.06.30**

(86) **PCT/RU2018/000406**

(87) **WO 2018/236251 2018.12.27**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**АСЛАНОВ ГЕОРГИЙ
СЕВАСТИЕВИЧ (RU)**

(74) Представитель:
Журавлёв И.Е. (RU)

(56) US-A-1999446
RU-U1-138284
RU-C1-2138137
RU-C2-2263418

(57) Изобретение относится к устройствам преобразования электрической энергии в тепловую и используется для создания теплообмена. Сущность заявленного изобретения состоит в том, что в электрическом парогенераторе, включающем электрические трансформаторы, имеющие наборные металлические сердечники, предназначенные для создания замкнутого магнитного поля в них, первичные обмотки, расположенные на сердечниках и электрически изолированные от них, общую трубчатую вторичную обмотку, расположенную в магнитном поле изолированно и охватывающую все стойки наборных металлических сердечников трансформаторов, межтрубные, соединяющие ближайшие точки, и надтрубные, соединяющие наиболее удалённые точки перемычки поверхностей общей вторичной трубной обмотки в плоскости, перпендикулярной её оси, а также средства для принудительной подачи жидкости через внутреннюю полость общей вторичной трубчатой обмотки, вторичная трубчатая обмотка разделена на участки, охватывающие каждую стойку наборных металлических сердечников трансформаторов, электрическими межтрубными и надтрубными перемычками и представляющие собой независимые короткозамкнутые электромагнитные контуры, а трансформаторы выполнены многофазными.

039156
B1

039156
B1

Изобретение относится к устройствам преобразования электрической энергии в тепловую и используется для создания теплообмена. Оно может быть использовано при нагреве жидкостей, например, в системах отопления и горячего пароводоснабжения производственных и жилых объектов, а также в других областях, где требуется нагрев и испарение текучих сред.

Известен электрический парогенератор, включающий электрический однофазный трансформатор, имеющий наборный металлический сердечник, предназначенный для создания замкнутого магнитного поля, первичную обмотку, расположенную на сердечнике и электрически изолированную от него, трубчатую вторичную обмотку, расположенную изолированно в магнитном поле. Этот электрический парогенератор включает также переключку, соединенную наружно с витками трубчатой вторичной обмотки и предназначенную для создания короткого замыкания витков трубчатой вторичной обмотки. Вместе с тем электрический парогенератор содержит необходимые средства для принудительной подачи жидкости через внутреннюю полость трубчатой вторичной обмотки. (US 1,999,446). Но описанный электрический парогенератор, являющийся одним из аналогов к заявляемому, не позволяет вырабатывать достаточное количество тепловой энергии в единицу времени для нагрева воды и преобразования её в пар.

Известен также электрический парогенератор, состоящий из одного или нескольких электрических однофазных трансформаторов, имеющих наборные металлические сердечники, предназначенные для создания замкнутого магнитного поля в них, первичные обмотки, расположенные на сердечниках и электрически изолированные от них, общую трубчатую вторичную обмотку, расположенную в магнитном поле изолированно и охватывающую все стойки наборных металлических сердечников трансформаторов. Этот электрический парогенератор содержит также переключку, выполненную из двух частей, соединяющих наружно витки общей металлической трубчатой вторичной обмотки в плоскости, перпендикулярной виткам, с целью создания короткого замыкания витков трубчатой вторичной обмотки в точках пересечения окружности наружной поверхности трубчатой вторичной обмотки с их диаметрами, параллельными направлению суммарного вектора магнитной индукции в наборных металлических сердечниках так, чтобы близлежащие точки были соединены между собой электрически одной частью составной переключки в форме сферы, а удаленные точки соединены между собой электрически другой частью составной переключки в форме дуги кольца. Кроме этого, этот электрический парогенератор содержит средства для принудительной подачи жидкости через внутреннюю полость трубчатой вторичной обмотки, при этом трубчатая вторичная обмотка выполнена из нескольких соединенных последовательно металлических секций, различающихся друг от друга величиной сопротивления электрическому току так, что при прохождении электрического тока в каждой секции выделяется тепловая мощность, соответствующая фазе теплового преобразования воды в пар при движении воды во внутренней полости трубчатой вторичной обмотки (заявка на изобретение № 2016137819/07(059757) от 22.09.2016). При этом в электрическом парогенераторе вторичная трубчатая обмотка состоит из нагревательной, испарительной и перегревательной секций. Эти секции вторичной трубчатой обмотки соединены последовательно и могут иметь одинаковый или различный диаметр внутренней полости и разное электрическое сопротивление. Электрическое сопротивление секций вторичной трубчатой обмотки подбирают расчетом в зависимости от требуемой температуры нагрева секции. Этот электрический парогенератор является наиболее близким аналогом (прототипом) к заявленному изобретению по совокупности существенных признаков и достигаемому результату при его использовании. Но этот электрический парогенератор имеет весомые недостатки, заключающиеся прежде всего в том, что такая конструкция парогенератора хотя и позволяет вырабатывать тепловую энергию в единицу времени для нагрева воды и преобразования её в пар в большем количестве, чем вышеописанный аналог, но всё же её количество недостаточно для использования её в промышленных целях. Объясняется это тем, что такая конструкция парогенератора не позволяет использовать в устройстве трансформаторы, одновременно подключенные к разным источникам переменного тока, различающиеся по фазе или частоте, или использовать в устройстве многофазные трансформаторы. При такой конструкции прототипа общая короткозамкнутая вторичная трубчатая обмотка является единым замкнутым контуром, охватывающим все стойки наборных металлических сердечников трансформаторов. Необходимо также отметить, что при таком конструктивном исполнении электрического парогенератора-прототипа при необходимости создания электрического парогенератора с увеличением его мощности будет расти его металлоёмкость. А это объясняется тем, что в данном случае в связи с увеличением потребляемого тока и сечения проводов первичных обмоток изменяются границы секций вторичной трубчатой обмотки, которую необходимо заново проектировать в зависимости от электрической мощности.

Задача, которую поставил перед собой разработчик нового электрического парогенератора, состояла в создании такого парогенератора, который позволил бы увеличить производительность пара при одновременном снижении металлоёмкости и габаритных размеров парогенератора. Техническим результатом, достигнутым в процессе решения поставленной перед разработчиком задачи, явилась возможность увеличить выработку тепловой энергии в единицу времени для нагрева воды и преобразования её в пар.

Сущность заявленного изобретения состоит в том, что в электрическом парогенераторе, включающем электрические трансформаторы, имеющие наборные металлические сердечники, предназначенные для создания замкнутого магнитного поля в них, первичные обмотки, расположенные на сердечниках и

электрически изолированные от них, общую трубчатую вторичную обмотку, расположенную в магнитном поле изолированно и охватывающую все стойки наборных металлических сердечников трансформаторов, межтрубные, соединяющие ближайшие точки, и надтрубные, соединяющие наиболее удалённые точки, перемычки поверхностей общей вторичной трубной обмотки в плоскости, перпендикулярной её оси, а также средства для принудительной подачи жидкости через внутреннюю полость общей вторичной трубчатой обмотки, вторичная трубчатая обмотка разделена на участки, охватывающие каждую стойку наборных металлических сердечников трансформаторов электрическими межтрубными и надтрубными перемычками и представляющие собой независимые короткозамкнутые электромагнитные контуры, а трансформаторы выполнены многофазными. Вместе с тем, трансформаторы выполнены трёхфазными. Кроме того, общая вторичная трубчатая обмотка состоит из пакета параллельно связанных труб. Вместе с тем участки, представляющие собой электромагнитные контуры, общей вторичной трубчатой обмотки выполнены разной электрической проводимости. Кроме того, трубы участков, представляющих собой электромагнитные контуры, общей вторичной трубчатой обмотки выполнены разных диаметров. Вместе с тем, на каждом участке, представляющем собой электромагнитные контуры, установлены датчики температуры. Также надтрубные перемычки изготовлены в виде металлических полуколец. Вместе с тем надтрубные перемычки, изготовленные в виде металлических полуколец, выполнены шириной от одной пятой до четверти диаметра соединяемых труб. Помимо прочего, надтрубные перемычки изготовлены в виде металлических дуг. Вместе с тем надтрубные перемычки изготовлены в виде металлических скоб. Помимо прочего, межтрубные перемычки изготовлены в виде металлических сфер. Вместе с тем межтрубные перемычки изготовлены в виде металлических полых цилиндров. Помимо прочего, межтрубные перемычки изготовлены в виде металлических сплошных цилиндров.

Доказательства возможности осуществления нового электрического парогенератора с реализацией указанного назначения приводятся ниже на конкретном примере электрического парогенератора. Этот характерный пример реализации конкретного электрического парогенератора согласно предлагаемому изобретению ни в коей мере не ограничивает объем его правовой защиты. В этом примере дана лишь конкретная иллюстрация нового электрического парогенератора.

Изобретение поясняется графически, где

на фиг. 1 показан общий вид трехфазного электрического парогенератора (аксонометрия);

на фиг. 2 - трубчатая вторичная обмотка (аксонометрия);

на фиг. 3 - сечение А-А фиг. 2.

В данном конкретном примере электрический парогенератор состоит из двух трехфазных трансформаторов 1, которые включают наборные металлические сердечники 2, имеющие горизонтальную и вертикальную части. Вертикальная часть металлических сердечников 2 сконструирована в виде стоек 3. На стойках 3 металлических сердечников 2 этих трехфазных трансформаторов расположены изолированные от них первичные обмотки 4. Общая для названных двух трехфазных трансформаторов 1 вторичная трубчатая обмотка 5 выполнена из сплошной медной трубы и имеет подводящий 6 и отводящий 7 патрубки. Общая вторичная трубчатая обмотка 5 электрического парогенератора изолирована в магнитном поле и свернута так, что охватывает все стойки 3 наборных металлических сердечников 2 обоих трансформаторов 1 в виде змеевика. Вместе с тем общая вторичная трубчатая обмотка 5 снабжена датчиками температуры 8 и электрическими перемычками: надтрубными 9 и межтрубными 10. Надтрубные 9 электрические перемычки соединяют наиболее удалённые точки, а межтрубные 10 соединяют ближайшие точки поверхностей общей вторичной трубной обмотки 5 в плоскости, перпендикулярной её оси. Надтрубные 9 электрические перемычки изготовлены в виде, например, металлических дуг, полуколец или скоб, а межтрубные 10 - в виде, например, металлических сфер или имеют форму цилиндров, сплошных или полых. Межтрубные 10 электрические перемычки в виде металлических сфер предназначены для точечного контакта с замыкаемыми трубами, а в виде имеющих форму сплошных или полых цилиндров - для линейчатого контакта между трубами. Как показали экспериментальные исследования, такой способ замыкания общей вторичной трубчатой обмотки 5 позволяет наводить индукционные токи большой величины от 3900 А и выше. Токи такой величины необходимы для получения пара для промышленных целей в количестве от 100 кг/ч до 2 т/ч. В этом случае в качестве материала вторичной трубчатой обмотки 5 необходимо использовать материал максимальной электропроводности, например медь и её сплавы. В данном конкретном случае конструктивно надтрубная 9 перемычка выполнена в виде полукольца шириной от одной пятой до четверти диаметра соединяемых труб. Это наиболее оптимальные размеры для конкретного примера. Эксперименты показали, что только такой способ замыкания общей вторичной трубчатой обмотки 5 позволяет наводить индукционные токи такой величины, которые необходимы для создания тока плотностью свыше 60 А/мм. И в этом случае возможно получение в камере парообразования пара в количестве, необходимом для промышленных целей. В частности, общая вторичная трубчатая обмотка 5 может состоять из участков разной электрической проводимости и диаметров. Благодаря надтрубным 9 и межтрубным 10 перемычкам общая вторичная трубчатая обмотка 5 электрически разделена на участки, представляющие собой независимые короткозамкнутые электромагнитные контуры, которые охватывают стойки 3 наборных металлических сердечников 2 и которые создают магнитную индукцию. Разная электрическая проводимость и разные диаметры на отдельных участках

общей вторичной трубчатой обмотки 5 требуются для управления и регулировки выработки необходимого количества тепловой энергии, предназначенной для нагрева воды и превращения её в пар. Независимые короткозамкнутые электромагнитные контуры позволяют резко увеличить количество получаемой тепловой энергии по сравнению с прототипом.

Таким образом каждый участок общей вторичной трубчатой обмотки 5, охватывающий стойки 3 наборных металлических сердечников 2 трёхфазных трансформаторов 1 от подводящего до отводящего патрубков, разделен на контуры электрическими перемычками 9 и 10. Благодаря этому, а также благодаря применению трехфазных трансформаторов внутренняя полость вторичной трубчатой обмотки 5 от подводящего 6 до отводящего 7 патрубков будет представлять собой собственно камеру парообразования. В наборных металлических сердечниках 2 каждого контура индуцируется магнитное поле одинакового направления. Подбором электрических параметров короткозамкнутых контуров, влияющих на нагрев трубы, во внутренней полости вторичной трубчатой обмотки 5, относящейся к каждому такому контуру, обеспечивают термодинамические условия, соответствующие фазам перехода воды в парообразное состояние в прямоточном электрическом парогенераторе.

Для повышения теплоаккумулирующей способности камеры парообразования вторичная трубчатая обмотка 5 может состоять из пакета параллельно связанных труб, уложенных описанным выше образом.

Работает описанный электрический парогенератор следующим образом.

Вначале обеспечивают движение воды путем подачи ее под давлением через подводящий патрубок 6 во внутреннюю полость общей вторичной трубчатой обмотки 5. Затем первичные обмотки 4 трехфазных трансформаторов 1 подключают к сети переменного тока. В результате этого первичные обмотки 4 индуцируют в наборных металлических сердечниках 2 переменный магнитный поток. Под действием переменного магнитного потока участки общей вторичной трубчатой обмотки 5, которые ограничены короткозамкнутыми электрическими надтрубными 9 и межтрубными 10 перемычками становятся независимыми короткозамкнутыми электромагнитными контурами, которые охватывают магнитный поток в сердечниках 2. Электрические перемычки в виде, например, металлических полуколец 9 и металлических сфер 10 создают безопасное короткое замыкание в каждом независимом контуре витков общей вторичной трубчатой обмотки 5, способное проводить переменный ток большой величины. В общей вторичной трубчатой обмотке 5 возникает электрический ток величиной от 3900 А и выше, достаточной для нагрева воды и превращения её в пар. Электрический ток такой величины необходим для эффективной работы парогенератора и выработки им промышленно необходимого количества пара. Под действием электрического тока такой величины происходит нагрев независимых короткозамкнутых электромагнитных контуров общей вторичной трубчатой обмотки 5. В данном случае это даёт возможность как бы удлинить общую вторичную трубчатую обмотку 5. Вместе с тем, трехфазные трансформаторы при прочих одинаковых показателях равномерно нагружают электрическую сеть и имеют провода меньшего сечения по сравнению с однофазными. Кроме этого, трехфазные трансформаторы имеют первичные обмотки меньших размеров по сравнению с первичными обмотками однофазных трансформаторов такой же мощности. А удлинение общей вторичной трубчатой обмотки 5 дает увеличение ее теплоаккумулирующей способности. И, как следствие, даёт увеличение площади теплообмена внутренней полости за счет удлинения вторичной трубчатой обмотки 5 и приводит к уменьшению количества осадков в пароводящем тракте вторичной трубчатой обмотки 5. Одновременно тепловая энергия переходит к воде, движущейся во внутренней полости общей вторичной трубчатой обмотки 5. Здесь же происходит испарение воды и полученный пар выходит через отводящий патрубок 7.

Дополнительные доказательства того, что задача, которую поставили перед собой разработчики нового электрического парогенератора, решена, а именно, что новый электрический парогенератор позволяет увеличить производительность пара при одновременном снижении его габаритных размеров и металлоёмкости по сравнению с прототипом, приводятся ниже на конкретном эксперименте, проведённом авторами изобретения. Кроме того, нижеприведённый эксперимент доказывает, что технический результат в процессе решения поставленной перед разработчиками задачи достигнут, а именно, что увеличивается выработка тепловой энергии в единицу времени для нагрева воды и преобразования её в пар по сравнению с прототипом. Были разработаны и испытаны два электрических парогенератора, оба состоящие из двух трансформаторов с общей вторичной трубчатой обмоткой из медной трубы диаметром 22 мм, охватывающей все стойки обоих трансформаторов. Оба электрических парогенератора потребляли от сети одинаковый ток 130 А с одинаковым напряжением в 380 В. Первый электрический парогенератор-прототип имел в своей конструкции однофазный трансформатор, а другой трехфазный, согласно технической сущности, отображённой в формуле изобретения. Первый электрический парогенератор-прототип имел мощность 50 КВт, и его габаритные размеры составляли в мм: 572 × 490 × 375, причём его первичные катушки были из медной шины S32. А второй электрический парогенератор согласно технической сущности, отображённой в формуле изобретения, имел мощность 65 КВт. Его габаритные размеры составляли в мм: 600 × 426 × 300, а первичные катушки были из шины S14. Давление воды на входном патрубке у обоих электрических парогенераторов составляло 15 бар, а температура входной воды 20°C. Результаты испытаний показали, что первый электрический парогенератор-прототип мощностью

50 кВт произвёл 200 кг пара/ч с коэффициентом сухости пара 30%, а второй парогенератор мощностью 65 кВт произвёл 250 кг пара/ч с коэффициентом сухости 40%, при этом второй электрический парогенератор занимает объем в 1,37 раза меньше, чем первый, являющийся прототипом. При этом удельная мощность второго электрического парогенератора по сравнению с электрическим парогенератором возросла в 1,78 раза. Из этих экспериментальных исследований видны преимущества нового электрического парогенератора.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Электрический парогенератор, включающий электрические трансформаторы, имеющие наборные металлические сердечники, предназначенные для создания замкнутого магнитного поля в них, первичные обмотки, расположенные на сердечниках и электрически изолированные от них, общую трубчатую вторичную обмотку, расположенную в магнитном поле изолированно и охватывающую все стойки наборных металлических сердечников трансформаторов, межтрубные, соединяющие ближайшие точки, и надтрубные, соединяющие наиболее удалённые точки, перемычки поверхностей общей вторичной трубчатой обмотки в плоскости, перпендикулярной её оси, а также средства для принудительной подачи жидкости через внутреннюю полость общей вторичной трубчатой обмотки, отличающийся тем, что вторичная трубчатая обмотка разделена на участки, охватывающие каждую стойку наборных металлических сердечников трансформаторов, электрическими межтрубными и надтрубными перемычками, и представляющие собой независимые короткозамкнутые электромагнитные контуры, а трансформаторы выполнены многофазными.

2. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что его трансформаторы выполнены трёхфазными.

3. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что общая вторичная трубчатая обмотка состоит из пакета параллельно связанных труб.

4. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что участки, представляющие собой электромагнитные контуры общей вторичной трубчатой обмотки, выполнены разной электрической проводимости.

5. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что трубы участков, представляющих собой электромагнитные контуры общей вторичной трубчатой обмотки, выполнены разных диаметров.

6. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что на каждом участке, представляющем собой электромагнитные контуры, установлены датчики температуры.

7. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что надтрубные перемычки изготовлены в виде металлических полуколец.

8. Электрический парогенератор по п.7, отличающийся тем, что надтрубные перемычки, изготовленные в виде металлических полуколец, выполнены шириной от одной пятой до четверти диаметра соединяемых труб.

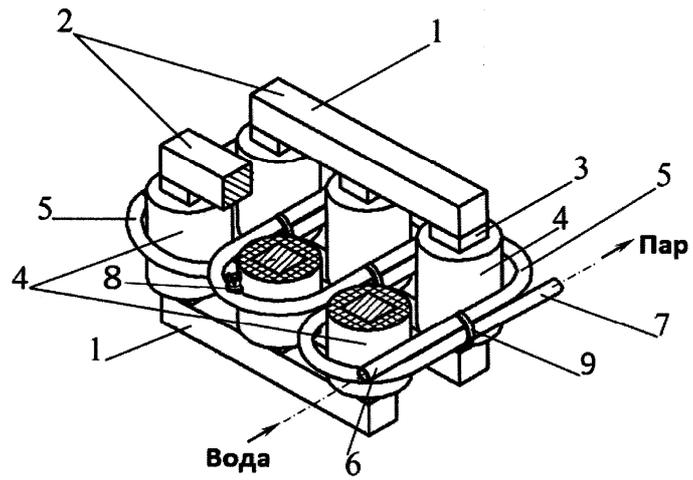
9. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что надтрубные перемычки изготовлены в виде металлических дуг.

10. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что надтрубные перемычки изготовлены в виде металлических скоб.

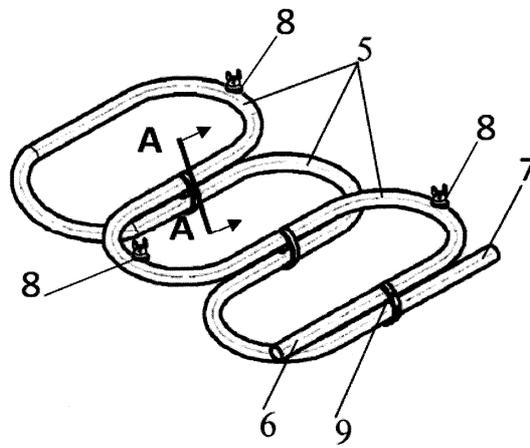
11. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что межтрубные перемычки изготовлены в виде металлических сфер.

12. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что межтрубные перемычки изготовлены в виде металлических полых цилиндров.

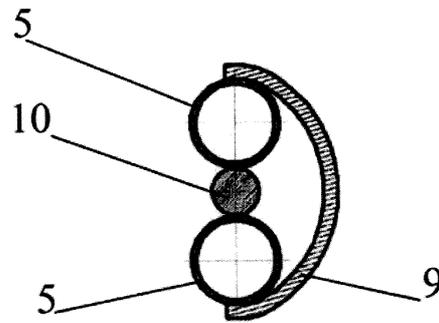
13. Электрический парогенератор по п.1, отличающийся тем, что межтрубные перемычки изготовлены в виде металлических сплошных цилиндров.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3