

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201692421 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2017.03.31

(22) Дата подачи заявки
2015.06.18

(51) Int. Cl. *H05B 3/44* (2006.01)
F24H 1/10 (2006.01)
H05B 3/62 (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ НАГРЕВА ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ В ТРУБОПРОВОДЕ ТРЕХФАЗНЫМ ТОКОМ

(31) 14002193.2

(32) 2014.06.26

(33) EP

(86) PCT/EP2015/001237

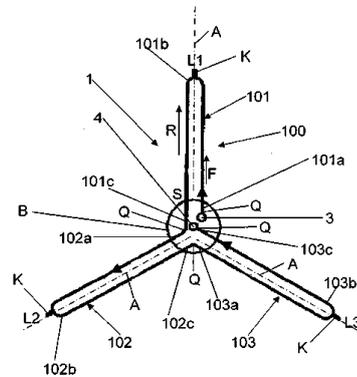
(87) WO 2015/197181 2015.12.30

(71) Заявитель:
ЛИНДЕ АКЦИЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ
(DE)

(72) Изобретатель:
Эдер Курт (DE)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Изобретение касается устройства (1) для нагрева текучей среды (F), имеющего по меньшей мере один электропроводный трубопровод (100) для помещения текучей среды (F) и по меньшей мере один соединенный по меньшей мере с одним трубопроводом (100) источник (2) напряжения, при этом по меньшей мере один источник (2) напряжения выполнен для создания по меньшей мере в одном трубопроводе (100) электрического тока, который нагревает по меньшей мере один трубопровод (100) для нагрева текучей среды (F). В соответствии с изобретением предусмотрено, что по меньшей мере один источник (2) напряжения имеет M внешних проводов (L1, ..., LM), при этом M представляет собой натуральное число, больше или равное двум, и при этом по меньшей мере один источник (2) напряжения выполнен для предоставления на внешних проводах (L1, ..., LM) переменного напряжения, причем эти переменные напряжения сдвинуты друг относительно друга по фазе на $2\pi/M$ и внешние провода (L1, ..., LM) соединены электропроводящим соединением по меньшей мере с одним трубопроводом (100) с образованием схемы звезда.



201692421 A1

201692421 A1

УСТРОЙСТВО И СПОСОБ НАГРЕВА ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ В ТРУБОПРОВОДЕ ТРЕХФАЗНЫМ ТОКОМ

Изобретение касается устройства для нагрева текучей среды, которая перемещается по меньшей мере в одном трубопроводе, а также соответствующего способа для нагрева текучей среды.

Такое устройство имеет по меньшей мере один электропроводный трубопровод для помещения текучей среды, а также по меньшей мере один соединенный с этим трубопроводом источник электрической энергии, напр., источник напряжения или источник тока, который выполнен для того, чтобы создавать в указанном по меньшей мере одном трубопроводе электрический ток, который нагревает этот трубопровод для нагрева текучей среды, при этом вследствие электрического сопротивления указанного по меньшей мере одного трубопровода в трубопроводе создается Джоулево тепло, которое пропорционально преобразуемой там электрической мощности и продолжительности времени, в течение которого течет ток. Такое устройство известно, напр., из DE2362628C3.

Под текучей средой в данном случае понимается газообразная и/или жидкая среда.

Вместо вышеназванного прямого нагрева, при котором трубопровод состоит из электропроводного материала и по нему самому протекает ток, для разогрева текучих сред известна также установка нагревательных элементов, такие как, напр., самолимитирующие нагревательные ленты, нагревательные ленты постоянной мощности или нагревательные кабели нерегулируемого сопротивления с минеральной изоляцией, на наружной стороне подлежащего нагреву трубопровода, в котором перемещается подлежащая нагреву текучая среда. При этом соответствующий трубопровод, имеющий нагревательные ленты, как правило, изолируется снаружи от потери тепла в окружающий воздух. Таким образом, посредством теплопроводности или теплоизлучения тепло может отдаваться от нагревательного кабеля трубопроводу, а от трубопровода находящейся в нем или, соответственно, текучей среде.

При вышеназванном прямом нагреве, в частности, важно предусмотреть по меньшей мере одну изоляцию, из соображений редундантности часто две изоляции, которые предотвращают параллельную цепь тока к трубопроводу, напрямую нагреваемому током.

В случае если среда в трубопроводе ухудшает эффективность изоляции, из соображений безопасности прямой нагрев должен отключаться. Параллельное протекание тока в совокупности всех частей установки осуществляется неконтролируемым образом. В непредсказуемом месте выделяется тепло, при этом при плохих электрических соединениях частей установки могут также возникать искры, которые, в частности, представляет собой значительный риск для безопасности во взрывоопасных установках.

Исходя из этого, в основе настоящего изобретения лежит задача, предоставить усовершенствованное устройство, а также усовершенствованный способ нагрева текучей среды, которое или, соответственно, который, в частности, позволит сократить количество обычно предусматриваемой изоляции (изоляций), не рискуя негативными последствиями параллельного тока.

Эта задача решается с помощью устройства с признаками п.1 формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления изобретения указаны, кроме того, в соответствующих зависимых пунктах формулы изобретения.

Соответственно по п.1 формулы изобретения в соответствии с изобретением предусмотрено несколько электропроводных трубопроводов для помещения текучей среды, а также несколько источников напряжения, при этом каждый трубопровод имеет по одному источнику напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом, при этом каждый источник напряжения выполнен для создания в соответствующем трубопроводе электрического тока, который нагревает соответствующий трубопровод для нагрева текучей среды, при этом источники напряжения имеют M внешних проводов $L1-LM$, при этом M представляет собой натуральное число, больше или равное двум, и при этом источники напряжения конфигурированы для предоставления на своих внешних проводах $L1-LM$ переменного напряжения, причем эти переменные напряжения

сдвинуты друг относительно друга по фазе на $2\pi/M$, и при этом внешние провода L1-LM соединены электропроводящим соединением по меньшей мере с одним трубопроводом 100 с образованием схемы звезда, у которой каждый внешний провод по меньшей мере через часть соответствующего трубопровода электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой схемы звезда.

Можно также выполнить несколько схем звезда, имеющих отдельные нулевые точки звезды. Так, напр., для каждого трубопровода может выполняться отдельная схема звезда.

В принципе, изобретение может также применяться к одному отдельному трубопроводу, для которого тогда предназначен один источник напряжения.

По одному из предпочтительных вариантов осуществления изобретения предусмотрено, что источники напряжения имеют по одному нейтральному проводу, при этом каждый источник напряжения выполнен для соответствующего предоставления переменного напряжения между внешними проводами и этим нейтральным проводом, причем эти переменные напряжения сдвинуты друг относительно друга по фазе на $2\pi/M$. Предпочтительно каждый нейтральный провод электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой звезды.

Под схемой звезда в данном случае понимается совместное соединение любого количества разъемов (M разъемов, причем при необх. имеющийся нейтральный провод также может быть соединен с нулевой точкой звезды), в каждом случае через сопротивление, с одной общей точкой, которая называется нулевой точкой звезды.

Нулевая точка звезды при равномерной нагрузке M (напр., M=3) внешних проводов предпочтительно не проводит ток (при неравномерной нагрузке только разницу токов или, соответственно, разность напряжений при высокоомном присоединении нейтрального провода к нулевой точке звезды указанного по меньшей мере одного трубопровода), так что можно обойтись без общепринятой обычно изоляции на впуске и на выпуске трубопровода.

Поэтому предпочтительно по меньшей мере один трубопровод или несколько трубопроводов конфигурированы так, что токи в нулевой точке звезды взаимно уничтожаются. То есть, другими

словами, предпочтительно созданные электропроводящие соединения (каждое из которых включает в себя часть трубопровода) между соответствующим внешним проводов по меньшей мере одного источника напряжения и нулевой точкой звезды имеют одно и то же омическое сопротивление, так что отдельные токи в нулевой точке звезды взаимно уничтожаются.

В отношении рабочего заземления, как правило, при наличии нейтрального провода (напр., сеть TN (франц. *terre neutre*, с глухозаземленной нейтралью)) предусмотрено заземление нулевой точки звезды источника напряжения или, соответственно, N-разъема. При этом заземление может быть, напр., выполнено жестким, низкоомным или же индуктивным. При трехпроводной сети или, соответственно, сети IT (франц. *isolé terre*, с изолированной нейтралью), у которой нет нейтрального провода, это рабочее заземление отсутствует.

У двух вышеназванных типов сетей нулевая точка звезды упомянутой предлагаемой изобретением схемы звезда или, соответственно, указанного по меньшей мере одного трубопровода предпочтительно заземлена, в частности жестко заземлена. При энергоснабжении, имеющем нейтральный провод, (напр., сеть TN), при котором нулевая точка звезды источника напряжения (N-разъем) жестко заземлена, по одному из вариантов осуществления заземление нулевой точки звезды упомянутой схемы звезда или, соответственно, указанного по меньшей мере одного трубопровода может также отсутствовать.

По меньшей мере один трубопровод или, соответственно, несколько трубопроводов могут представлять собой один взаимосвязанный трубопровод. Однако этот трубопровод может также иметь несколько участков, которые не находятся в гидравлическом соединении друг с другом и при необх. допускают возможность протекания по каждому из них одной подлежащей нагреву текучей среды отдельно друг от друга.

По одному из предпочтительных вариантов осуществления $M=3$, т.е. используется трехфазный переменный ток, который часто также называется трехфазным током. При этом речь идет о многофазном переменном токе, который известным образом состоит из трех

отдельных переменных токов или переменных напряжений одинаковой частоты:

$$U_{L1}=U_0\cos(\omega t),$$

$$U_{L2}=U_0\cos(\omega t-120^\circ),$$

$$U_{L3}=U_0\cos(\omega t-240^\circ),$$

постоянно сдвинутых друг относительно друга по своему фазовому углу на 120° , т.е., $2\pi/3$.

Переменные напряжения поочередно достигают своего максимального отклонения со сдвигом во времени на одну треть периода. Сдвиг во времени этих так называемых напряжений внешних проводов друг относительно друга описывается углом сдвига фаз. Эти три провода называются внешними проводами и обычно сокращаются как L1, L2 и L3. Нейтральный провод обозначается N.

По другому предпочтительному варианту осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что по меньшей мере один трубопровод или, соответственно, трубопроводы имеют по M звеньев (то есть, напр., при M=3 первое, второе, а также третье звено), при этом каждое звено имеет первый и второй концевой участок, а также средний участок, соединяющий друг с другом эти два концевых участка гидравлическим, а также электропроводящим соединением.

Предпочтительно два концевых участка каждого звена соединены с нулевой точкой звезды, т.е. на каждом концевом участке или, соответственно, на двух соединенных друг с другом концевых участках двух соседних звеньев предусмотрен электрический контакт с нулевой точкой звезды.

Кроме того, предпочтительно предусмотрено, что каждый средний участок звеньев соединен электропроводящим соединением с предназначенным для него внешним проводом L1-LM (напр., при M=3, L1, L2 или L3) по меньшей мере одного источника напряжения, т.е. на каждом среднем участке предусмотрен электрический контакт с предназначенным для него внешним проводом, при этом, в частности, в случае трехфазного тока (M=3) средний участок первого звена соединен с внешним проводом L1, средний участок второго звена - с внешним проводом L2, а средний участок

третьего звена - с внешним проводом L3. Каждый внешний провод однозначно предназначен только для одного среднего участка одного звена.

Кроме того, по меньшей мере один трубопровод конфигурирован предпочтительно так, что при M звеньев второй концевой участок первого звена соединен с первым концевым участком второго звена гидравлическим, а также электропроводящим соединением, и что (при $M > 2$) второй концевой участок второго звена соединен с первым концевым участком третьего звена гидравлическим, а также электропроводящим соединением. Так это продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто последнее ($M-e$) звено. M звеньев по меньшей мере одного трубопровода соединены друг с другом, в частности, так, что текущая в них текучая среда протекает по ним поочередно. Кроме того, предпочтительно первый концевой участок первого звена образует впуск для запитывания текучей среды по меньшей мере в один трубопровод, при этом второй концевой участок M -го звена предпочтительно образует выпуск для выпуска текучей среды по меньшей мере из одного трубопровода. Упомянутый выпуск может находиться в гидравлическом соединении с впуском другого трубопровода. Кроме того, упомянутый впуск по меньшей мере одного трубопровода может находиться в гидравлическом соединении с выпуском другого трубопровода (ср. ниже).

Соответственно в случае $M=3$ предпочтительно по меньшей мере один трубопровод конфигурирован так, что второй концевой участок первого звена соединен с первым концевым участком второго звена гидравлическим, а также электропроводящим соединением, и что второй концевой участок второго звена соединен с первым концевым участком третьего звена гидравлическим, а также электропроводящим соединением, т.е., эти три звена по меньшей мере одного трубопровода соединены друг с другом, в частности, так, что текущая в них текучая среда поочередно протекает по ним. Кроме того, предпочтительно первый концевой участок первого звена образует впуск для запитывания текучей среды по меньшей мере в один трубопровод, при этом второй концевой участок

третьего звена предпочтительно образует выпуск для выпуска текучей среды по меньшей мере из одного трубопровода. Упомянутый выпуск может находиться в гидравлическом соединении с впуском другого трубопровода. Кроме того, упомянутый впуск по меньшей мере одного трубопровода может находиться в гидравлическом соединении с выпуском другого трубопровода (ср. ниже).

Предпочтительно находящиеся друг с другом в гидравлическом и электрическом соединении концевые участки двух соседних звеньев посредством одного общего контакта электрически соединено с нулевой точкой звезды или, соответственно, нейтральным проводом, причем этот контакт может быть предусмотрен, напр., на переходе этих двух соединенных друг с другом концевых участков.

Упомянутые звенья могут быть также, конечно, выполнены отдельно друг от друга и соответственно не находиться в гидравлическом соединении друг с другом. В этом случае независимо друг от друга через звенья направляются и нагреваются несколько потоков текучей среды. Концевые участки звеньев образуют тогда впуски и выпуски, через которые отдельные звенья могут отдельно наполняться текучей средой.

Упомянутые звенья, если они соединены друг с другом, предпочтительно цельно приделаны своими концевыми участками к соседним звеньям. Другие гидравлические и электропроводящие соединения также возможны. Кроме того, предусмотренный в каждом случае между двумя концевыми участками одного звена средний участок предпочтительно цельно приделан к предусмотренным с двух сторон концевым участкам. Другие гидравлические и электропроводящие соединения здесь также возможны. В принципе, звенья могут принимать все мыслимые формы или, соответственно, конфигурации.

Предпочтительно все звенья в отношении их размеров и геометрии или, соответственно, формы выполнены по существу идентично, так что они представляют собой по существу одинаковые омические потребители. При различно выполненных звеньях при необх. могут дополнительно предусматриваться выравнивающие омические или емкостные, или, соответственно, индуктивные

сопротивления.

По одному из особенно предпочтительных вариантов осуществления изобретения каждое звено выполнено в виде петли, при этом средний участок каждого звена образует конец соответствующей петли, который находится напротив двух предпочтительно расположенных рядом друг с другом концевых участков соответствующей петли, при этом, в частности, в области каждого конца с соответствующим звеном соединен электропроводящим соединением соответственно предназначенный для него внешний провод. При этом конец соответствующей петли или, соответственно, звена предпочтительно образован двойным изгибом соответствующего среднего участка, в котором текучая среда, протекающая в соответствующем звене или, соответственно, в соответствующей петле от первого концевого участка, изменяет свое направление и течет обратно ко второму концевому участку (или наоборот).

Предпочтительно звенья или, соответственно, петли по меньшей мере одного трубопровода распространяются каждое вдоль продольной оси, при этом звенья или, соответственно, петли имеют, в частности, одинаковую длину вдоль продольной оси (см. также выше).

Кроме того, предпочтительно предусмотрено, что концевые участки звеньев по меньшей мере одного трубопровода или, соответственно, трубопроводов, имеющих соответствующий электрический контакт с нулевой точкой звезды или, соответственно, нейтральным проводом, расположены в центральной области, откуда эти звенья распространяются в радиальном направлении наружу, и причем, в частности, к соответствующему концу или, соответственно, двойному изгибу, на котором предпочтительно предусмотрен соответствующий электрический контакт с предназначенным для него внешним проводом L1-LM (или, соответственно, при M=3 L1, L2 или L3).

При звездообразном расположении трех звеньев трубопровода друг относительно друга продольные оси каждых двух соседних звеньев могут, напр., заключать между собой угол 120°.

В соответствии с изобретением предусмотрено несколько вышеописанных трубопроводов, а также, в частности, несколько источников напряжения, при этом каждый трубопровод имеет по одному источнику напряжения. Тогда внешние провода одного источника напряжения, в свою очередь, соединены с предназначенным для них трубопроводом так, что, в свою очередь, образуется схема звезда, у которой каждый внешний провод по меньшей мере через часть соответствующего трубопровода соединен электропроводящим соединением с нулевой точкой схемы звезда, при этом при необх. имеющийся нейтральный провод каждого источника напряжения может быть соединен электропроводящим соединением с нулевой точкой звезды предназначенного для него трубопровода (см. выше).

Предпочтительно, в свою очередь, источники напряжения выполнены в виде трехфазных источников переменного напряжения (т.е. $M=3$), так что создаваемый в каждом трубопроводе ток для прямого Джоулева нагрева соответствующего трубопровода представляет собой трехфазный переменный ток.

То есть, трубопроводы имеют, в свою очередь, предпочтительно по M звеньев или, соответственно, первое, второе, а также третье звено (при $M=3$), при этом каждое звено соответствующего трубопровода имеет первый и второй концевой участок, а также соединяющий эти два концевых участка друг с другом средний участок. Эти два концевых участка каждого звена соответствующего участка трубопровода предпочтительно, как описано выше, соединены электропроводящим соединением с нулевой точкой звезды соответствующего трубопровода или, соответственно, нейтральным проводом N предназначенного для него источника напряжения, в отличие от чего каждый средний участок каждого участка трубопровода предпочтительно соединены, как описано выше, с предназначенным для них внешним проводом ($L1-LM$ или, соответственно, при $M=3$ $L1$, $L2$ или $L3$) предназначенного для него источника напряжения.

Отдельные звенья нескольких трубопроводов предпочтительно, как изложено выше, соединены друг с другом (или выполнены отдельно друг от друга) и также предпочтительно выполнены в виде

петель, при этом, в свою очередь, средний участок каждого звена предпочтительно образует конец или, соответственно, двойной изгиб соответствующей петли (см. выше), при этом предпочтительно в области соответствующего конца или, соответственно, на соответствующем двойном изгибе предусмотрен электрический контакт с соответственно предназначенным для него внешним проводом (L1-LM или, соответственно, при $M=3$ L1, L2 или L3) (см. также выше).

Предпочтительно концевые участки звеньев каждого трубопровода, имеющие соответствующий, при необх. общий электрический контакт с нулевой точкой звезды или, соответственно, нейтральным проводом N, расположены в центральной области, откуда эти звенья трубопроводов распространяются в радиальном направлении наружу, при этом упомянутые концы или, соответственно, двойные изгибы, если смотреть в радиальном направлении, находятся в крайнем наружном положении (напр., на воображаемой окружности вокруг центральной области).

При наличии нескольких трубопроводов несколько или же все эти трубопроводы могут находиться друг с другом в последовательном гидравлическом соединении, так что текучая среда протекает по ним поочередно.

Кроме того, существует также возможность параллельного соединения нескольких или всех трубопроводов, т.е. конфигурирования их так, чтобы текучая среда распределялась на несколько отдельных потоков, которые тогда параллельно протекают по отдельным предназначенным для них трубопроводам.

Конечно, возможна также любая конфигурация трубопроводов, соединенных последовательно или параллельно.

Кроме того, проблема изобретения решается с помощью способа нагрева по меньшей мере одной текучей среды с применением по меньшей мере одного предлагаемого изобретением устройства.

При этом текучая среда протекает предпочтительно по одному или нескольким трубопроводам предлагаемого изобретением устройства и нагревается в них, при этом по меньшей мере один трубопровод или, соответственно, несколько трубопроводов

нагревается многофазным переменным током или, соответственно, трехфазным переменным током, текущим по меньшей мере в одном трубопроводе или в нескольких трубопроводах, так что по меньшей мере в одном трубопроводе или в нескольких трубопроводах создается Джоулево тепло, которое передается текучей среде, так что при протекании по меньшей мере по одному трубопроводу или нескольким трубопроводам эта текучая среда нагревается.

По одному из вариантов предлагаемого изобретением способа предусмотрено, что в качестве текучей среды с помощью по меньшей мере одного предлагаемого изобретением устройства нагревается термически разлагаемый углеводород, в частности смесь из углеводородов.

По другому варианту предлагаемого изобретением способа альтернативно или дополнительно предусмотрено, что в качестве текучей среды с помощью по меньшей мере одного предлагаемого изобретением устройства нагревается вода или, соответственно, водяной пар, причем этот водяной пар нагревается, в частности, до температуры входа в реактор в пределах от 550°C до 700°C и, в частности, добавляется в указанный или, соответственно, указанные разлагаемые углеводороды.

По другому варианту осуществления предлагаемого изобретением способа альтернативно или дополнительно предусмотрено, что в качестве текучей среды с помощью по меньшей мере одного предлагаемого изобретением устройства нагревается предварительно подогретая смесь углеводородов и пара с целью разложения углеводородов. То есть, предлагаемое изобретением устройство применяется для ввода тепла в реакторную часть реакционной печи для разложения предварительно подогретой смеси углеводородов и пара. Это сильно эндотермическая реакция, при которой образующийся газ выходит из реакторной части с температурами обычно 800°C–880°C.

В частности, разлагаемая смесь, которая называется также исходным газом печи риформинга и содержит водяной пар, а также один или, соответственно, разные углеводороды (напр., от CH_4 до нефти), а также при необх. водород и другие компоненты, такие

как, напр., N_2 , Ar, He, CO, CO_2 , и/или MeOH, предлагаемым изобретением способом может доводиться или, соответственно, перегреваться до температуры входа в печь риформинга, которая предпочтительно лежит в пределах температуры от $250^{\circ}C$ до $730^{\circ}C$, предпочтительно от $320^{\circ}C$ до $650^{\circ}C$, в частности при давлении исходного газа в пределах от 10 бар до 50 бар, предпочтительно от 15 до 40 бар.

Кроме того, посредством предлагаемого изобретением способа в качестве текучей среды может предварительно подогреться необходимый для сжигания воздух печи риформинга, причем, в частности, до температуры в пределах от $200^{\circ}C$ до $800^{\circ}C$, предпочтительно от $400^{\circ}C$ до $700^{\circ}C$.

В частности, также посредством предлагаемого изобретением способа может обогреваться по меньшей мере одна реакционная труба или, соответственно, реакционные трубы печи риформинга или, соответственно, текущая в ней текучая среда (по меньшей мере один трубопровод предлагаемого изобретением устройства может быть, таким образом, выполнен в виде реакционной трубы печи риформинга). То есть здесь посредством предлагаемого изобретением способа путем прямого обогрева осуществляется ввод тепла в наполненные кристаллизатором реакционные трубы печи риформинга. При этом образующийся газ, состоящий из основных компонентов H_2 , CO, CO_2 , CH_4 , H_2O и инертных дополнительно во время прямого обогрева может также параллельно нагреваться с помощью горелки в зоне излучения печи риформинга. Эта реакция является эндотермической. Реформированный газ выходит из зоны излучения печи риформинга, как правило, с температурой в пределах от $780^{\circ}C$ до $1050^{\circ}C$, предпочтительно от $820^{\circ}C$ до $950^{\circ}C$. Область давления этого газа лежит предпочтительно в пределах от 10 бар до 50 бар, предпочтительно от 15 до 40 бар.

В частности, также посредством предлагаемого изобретением способа в качестве текучей среды разлагаемый, сухой исходный газ (то есть, в частности, перед смешиванием с водяным паром), который содержит по меньшей мере один или, соответственно, разные углеводороды (напр., от CH_4 до нефти), а также при необх.

водяной пар и другие компоненты, такие как, например, N_2 , Ar, He, CO, CO_2 , и/или MeOH, может нагреваться для каталитической предварительной очистки, в частности до температуры в пределах от $100^\circ C$ до $500^\circ C$, предпочтительно от $200^\circ C$ до $400^\circ C$., причем при давлении газа в пределах предпочтительно от 10 бар до 50 бар, предпочтительно от 15 до 45 бар.

Кроме того, предлагаемый изобретением способ может вообще применяться для нагрева в качестве текучей среды нагревать воды, напр., с целью выработки технологического пара во всех возможных процессах.

Ниже излагаются другие предметы изобретения (пункты 1 и 16), а также варианты осуществления предмета по п.1 формулы изобретения (пункты 2-15 формулы изобретения). Указанные в скобках ссылочные обозначения относятся к фигурам.

Пункт 1 формулы изобретения: устройство для нагрева текучей среды, имеющее:

- по меньшей мере один электропроводный трубопровод (100) для помещения текучей среды (F), и

- по меньшей мере один, соединенный по меньшей мере с одним трубопроводом (100) источник (2) напряжения, при этом по меньшей мере один источник (2) напряжения выполнен для создания по меньшей мере в одном трубопроводе (100) электрического тока, который нагревает по меньшей мере один трубопровод (100) для нагрева текучей среды (F),

- при этом по меньшей мере один источник (2) напряжения имеет по меньшей мере M внешних проводов (L_1, \dots, L_M), при этом M представляет собой натуральное число, больше или равное двум, и при этом по меньшей мере один источник (2) напряжения выполнен для предоставления на внешних проводах (L_1, \dots, L_M) переменного напряжения, причем эти переменные напряжения сдвинуты друг относительно друга по фазе на $2\pi/M$, и при этом внешние провода (L_1, \dots, L_M) соединены электропроводящим соединением по меньшей мере с одним трубопроводом (100) с образованием схемы звезда, у которой каждый внешний провод (L_1, \dots, L_M) по меньшей мере через часть по меньшей мере одного трубопровода (100)

электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой (S) звезды схемы звезда.

Пункт 2 формулы изобретения: устройство по п.1, при этом источник (2) напряжения имеет нейтральный провод (N), причем, в частности, этот нейтральный провод (N) электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой (S) звезды.

Пункт 3 формулы изобретения: устройство по одному из предыдущих пп., при этом M равно трем.

Пункт 4 формулы изобретения: устройство по одному из предыдущих пп., при этом по меньшей мере один трубопровод (100) имеет M звеньев (101), при этом каждое звено (101) имеет первый и второй концевой участок (101a, 101c), а также средний участок (101b), который соединяет друг с другом два концевых участка (101a, 101c) гидравлическим, а также электропроводящим соединением.

Пункт 5 формулы изобретения: устройство по п.4, при этом оба концевых участка (101a, 101c, 102a, 102c, 103a, 103c) каждого звена (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединены с нулевой точкой (S) звезды.

Пункт 6 формулы изобретения: устройство по одному из пп.4-5, при этом каждый средний участок (101b, 102b, 103b) звеньев (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединен с предназначенным для них внешним проводом (L1, L2, L3) по меньшей мере одного источника (2) напряжения.

Пункт 7 формулы изобретения: устройство по п.3 формулы изобретения или одному из пунктов 4-6 формулы изобретения, в объеме ссылки на пункт 3 формулы изобретения, при этом второй концевой участок (101c) первого звена (101) соединен с первым концевым участком (102a) второго звена (102) гидравлическим, а также электропроводящим соединением, в частности цельно приделан к нему, и при этом второй концевой участок (102c) второго звена (102) соединен с первым концевым участком (103a) третьего звена (103) гидравлическим, а также электропроводящим соединением, в частности цельно приделан к нему, при этом, в частности, первый концевой участок (101a) первого звена (101) образует впуск (3)

для запитывания текучей среды (F) по меньшей мере в один трубопровод (100), при этом, в частности, второй концевой участок (103с) третьего звена (103) образует выпуск (4) для выпуска текучей среды (F) по меньшей мере из одного трубопровода (100).

Пункт 8 формулы изобретения: устройство по одному из пп.4-6, при этом звенья (101, 102, 103) не находятся в гидравлическом соединении друг с другом и выполнены для отдельного друг от друга проведения по одной подлежащей нагреву текучей среды (F, F', F'').

Пункт 9 формулы изобретения: устройство по одному из пп.4-8, при этом

каждое звено (101, 102, 103) выполнено в виде петли, при этом средний участок (101b, 102b, 103b) каждого звена (101, 102, 103) образует конец соответствующей петли (101, 102, 103), при этом, в частности, в области каждого конца с соответствующим звеном (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединен соответственно предназначенный для него внешний провод (L1, L2, L3).

Пункт 10 формулы изобретения: устройство по одному из пп.4-9, при этом каждое звено (101, 102, 103) распространяются вдоль продольной оси (A), при этом, в частности, звенья (101, 102, 103), в частности, вдоль соответствующей продольной оси (A), имеют одинаковую длину.

Пункт 11 формулы изобретения: устройство по одному из пп.4-10, при этом концевые участки (101а, 101с; 102а, 102с; 103а, 103с) звеньев (101, 102, 103) по меньшей мере одного трубопровода (100) расположены в центральной области (B), откуда эти звенья (101, 102, 103) распространяются в радиальном направлении (R) наружу.

Пункт 12 формулы изобретения: устройство по п.10 или 11, при этом продольные оси (A) каждых двух соседних звеньев (101, 102; 102, 103; 103, 101) заключают между собой угол 120°.

Пункт 13 формулы изобретения: устройство по одному из предыдущих пп., при этом предусмотрено несколько трубопроводов

(100), а также, в частности, несколько источников (2) напряжения, при этом, в частности, для каждого трубопровода (100) предназначено по одному источнику (2) напряжения.

Пункт 14 формулы изобретения: устройство по п.13, при этом несколько или все трубопроводы (100) находятся друг с другом в последовательном гидравлическом соединении с поочередным протеканием по ним текучей среды (F).

Пункт 15 формулы изобретения: устройство по п.13 или 14, при этом несколько или все трубопроводы (100) конфигурированы параллельно с распределением текучей среды (F) по этим параллельно конфигурированным трубопроводам (100).

Пункт 16 формулы изобретения: способ нагрева текучей среды (F) с применением устройства по одному из пп.1-15.

Другие признаки и преимущества настоящего изобретения будут пояснены при описании примеров осуществления с помощью фигур. Показано:

фиг.1: схематичное изображение трубопровода устройства, предлагаемого изобретением;

фиг.2: другая модификация варианта осуществления, показанного на фиг.1;

фиг.3: другое схематичное изображение трубопровода устройства, предлагаемого изобретением;

фиг.4: изображение системы нескольких трубопроводов устройства, предлагаемого изобретением;

фиг.5: схематичное изображение схемы соединений внешних проводов и нейтрального провода в сети TN; и

фиг.6: схематичное изображение схемы соединений внешних проводов и нейтрального провода в сети IT.

Ниже для простоты сначала представлены варианты осуществления изобретения применительно к одному трубопроводу 100. При этом приемы, изложенные применительно к одному трубопроводу, могут, конечно, применяться к нескольким трубопроводам 100.

В соответствии с фиг.1 при прямом нагреве трехфазным током трубопровода 100 в предлагаемом изобретением устройстве 1 для нагрева текучей среды F может создаваться нулевая точка S

звезды. При этом три фазы L1, L2 и L3 системы трехфазного тока или, соответственно, источника 2 трехфазного напряжения (ср. фиг.5) подключаются к звеньям 101, 102, 103 трубопровода 100, а предпочтительно N-провод (нейтральный провод), если он имеется, - к нулевой точке S звезды. При обычном в энергоснабжении жестком или, соответственно, низкоомном заземлении N-разъема или, соответственно, нулевой точки S' звезды источника 2 напряжения с землей (PE) и подключении нейтрального провода N к нулевой точке S звезды трубопровода 100 можно обойтись без заземления нулевой точки S звезды на трубопроводе 100.

В соответствии с фиг.5 и 6 изобретение может применяться как в рамках сети, имеющей (предпочтительно три) внешних провода и нейтральный провод (напр., сеть TN), а также у сети без нейтрального провода (напр., сеть IT).

На фиг.5 показаны три внешних провода L1, L2, L3, а также нейтральный провод N источника 2 напряжения, которые имеются, напр., у сети TN. При этом нулевая точка S' звезды источника 2 напряжения, с которым электропроводящим соединением соединен нейтральный провод N, заземлена посредством сопротивления R_N , при этом, в частности, R_N может быть =0 (жесткое заземление) или, напр., низкоомным. Z_1 , Z_2 , Z_3 представляют собой нагрузки или, соответственно, полные сопротивления, которые образуются указанным по меньшей мере одним трубопроводом 100 или, соответственно, его звеньями 101, 102, 103. В нулевой точке S звезды нагрузки или, соответственно, трубопровода 100 они соединены вместе, при этом нейтральный провод N соединен электропроводящим соединением с нулевой точкой S звезды. При жестком рабочем заземлении нулевой точки S' звезды источника 2 напряжения ($R_N=0$) заземление нулевой точки S звезды может отсутствовать, но предпочтительно имеется.

На фиг.6 показана трехпроводная сеть (напр., сеть IT), у которой нет нейтрального провода N. Здесь нулевая точка S звезды, которая образуется путем соединения вместе полных сопротивлений Z_1 , Z_2 , Z_3 , предпочтительно жестко заземлена.

Ниже без ограничения исходим из общего случая трех внешних

проводов L1, L2, L3, а также нейтрального провода N. Однако можно обойтись без нейтрального провода N (см. выше), или число внешних проводов может варьироваться (см. выше).

В частности, первое звено 101 трубопровода 100 распространяется, начинаясь от первого концевой участка 101a или, соответственно, впуска 3, через который в трубопровод 100 запитывается текучая среда F, по продольной оси А к двойному изгибу среднего участка 101b первого звена 101, от которого средний участок 101b первого звена 101 распространяется обратно ко второму концевой участку 101с, расположенному рядом с первым концевой участком 101a в центральной области В. Второй концевой участок 101с первого звена 101 переходит в первый концевой участок 102a второго звена 102, который аналогичным образом через двойной изгиб своего среднего участка 102b распространяется ко второму концевой участку 102с второго звена 102, переходящего, в свою очередь, в первый концевой участок 103a третьего звена 103, который аналогичным образом через двойной изгиб своего среднего участка 103b распространяется ко второму концевой участку 103с, на котором предусмотрен выпуск 4 для выпуска (нагретой) текучей среды F из трубопровода 100. Три продольные оси А петлеобразно выполненных звеньев 101, 102, 103 в соответствии с фиг.1 предпочтительно расположены звездой, т.е. по два соседних звена 101, 102; 102, 103; 103, 101 заключают между собой угол 120° .

В настоящем случае на каждом двойном изгибе среднего участка 101b, 102b, 103b петли 101, 102, 103 предусмотрен контакт К с внешним проводом L1, L2 или, соответственно, L3 источника 2 трехфазного тока, при этом концевые участки 101a, 101с, 102a, 102с, 103a, 103с через контакты Q соединены с нулевой точкой S звезды. При этом предпочтительно соединенные друг с другом концевые участки 101с, 102a; 102с, 103a звеньев 101, 102, 103 через один общий контакт Q в переходе соответствующих концевых участков соединены с нулевой точкой S звезды или, соответственно, с нейтральным проводом N.

Система в соответствии с фиг.1 может также, конечно,

применяться для любых M фаз, при этом M представляет собой натуральное число, больше или равное двум. Тогда предусматриваются соответственно M звеньев и соединяются по схеме, которая описана выше.

Кроме того, в соответствии с фиг.2 при системе в соответствии с фиг.1 звенья 101, 102, 103 могут быть выполнены отдельно друг от друга, так чтобы они допускали независимое друг от друга протекание по ним отдельных потоков F , F' , F'' текучей среды 101а, 102а, 103а текучей среды. Первые концевые участки 101а, 102а, 103а могут быть при этом выполнены в виде впусков для этих потоков F , F' , F'' текучей среды, а вторые концевые участки 101с, 102с, 103с - в виде выпусков для этих потоков текучей среды. При этом концевые участки 101а, 102а, 103а или, соответственно, 101с, 102с, 103с, в свою очередь, соединены с нулевой точкой S звезды.

На фиг.3 показан вариант прохождения звеньев 101, 102, 103, причем теперь они, в отличие от фиг.1, проходят рядом друг с другом.

Эта конфигурация принципиально позволяет расположить несколько трубопроводов 100, как на фиг.3, рядом друг с другом, как показано на фиг.4, причем здесь отдельные звенья 101, 102, 103 проходят каждое наружу в радиальном направлении R , начинаясь от центральной области B , в которой расположены отдельные концевые участки, и там соединены с нулевой точкой S звезды. Двойные изгибы отдельных, петлеобразно выполненных звеньев 101, 102, 103 теперь находятся в радиальном направлении R дальше снаружи на воображаемой окружности и соединены каждое с одной фазой $L1$, $L2$ или, соответственно, $L3$ источника 2 трехфазного тока.

При этом для каждого трубопровода 100 предназначен источник 2 трехфазного тока, который предпочтительно расположен над звеньями и расположен радиально дальше внутри, чем двойные изгибы. Благодаря этому могут минимизироваться подводы к S (или, соответственно, N), а также $L1$, $L2$, $L3$. Трубопроводы 100 имеют по три петлеобразных звена 101, 102, 103, двойные изгибы которых

соединены каждый с одной из фаз L1, L2 или, соответственно, L3 внешних проводов предназначенного для них источника 2 напряжения.

Для наглядности на фиг.4 обозначен только один трубопровод 100. Участки 100 трубопровода в соответствии с фиг.4 могут быть, как показано, расположены последовательно, так чтобы по ним поочередно могла протекать текучая среда F. Однако можно также предусмотреть в центральной области В распределитель, который распределяет текучую среду F по отдельным трубопроводам 100, имеющим по три звена 101, 102, 103, так чтобы по ним параллельно протекала текучая среда F. После этого (нагретая) текучая среда F может снова объединяться и передаваться к месту ее дальнейшего использования.

В описанных выше примерах трехфазный ток в звеньях 101, 102, 103 вследствие электрического сопротивления этих звеньев 101, 102, 103 создает в каждом из них Джоулево тепло, которое передается текущей в звеньях 101, 102, 103 текучей среде F, при этом текучая среда нагревается.

Конечно, система в соответствии с фиг.3 и 4 может также применяться для общего случая M фаз (M больше или равно двум).

Однако показанная на фиг.1-4 конфигурация прямого нагрева трехфазным током или, соответственно, показанное там звездообразная система отдельных звеньев 101, 102, 103 не является, однако, обязательно необходимой. Возможна вообще любая геометрическая система трубопроводов 100 или, соответственно, звеньев 101, 102, 103. Предлагаемый изобретением способ или, соответственно, предлагаемое изобретением устройство 1 принципиально применимо при всех давлениях, температурах, размерах и пр.

В техническом исполнении из-за более высокого удельного сопротивления нержавеющей стали для трубопроводов 100 предпочтаются углеродистым сталям. Кроме того, предпочтительно подвод многофазного или, соответственно, трехфазного переменного тока выполняется со значительно более низким сопротивлением, чем проводящий текучую среду F трубопровод, с целью минимизации выделения тепла этим подводом, так как оно, как правило,

нежелательно.

Предлагаемое изобретением решение предпочтительно применимо, в частности, при нагреве сред, который вызывают уменьшение эффективности изоляции (напр., коксование в реакционных печах). В настоящем случае существует сравнительно низкий риск нежелательного протекания тока, так что при необх. можно даже обойтись без вышеупомянутого отключающего устройства.

Кроме того, существует возможность управления нагревом в каждом из трех звеньев 101, 102, 103, при этом соответственно регулируется протекание тока каждой из фаз L1, L2, L3 (это справедливо также для M фаз, где M больше или равно двум).

В принципе, предлагаемый изобретением нагрев текучей среды может применяться при всех средах в электропроводных трубопроводах. При очень хорошо проводящих жидкостях (по сравнению с электрической проводимостью трубопровода) этот факт при необх. должен учитываться при расчете протекания тока. Геометрическая конфигурация трубопроводов или, соответственно, участков трубопроводом является предпочтительно гибкой и может адаптироваться к соответствующим требованиям. Кроме того, материал трубопровода может адаптироваться к требованиям технологического процесса. Токи, напряжения и частота могут выбираться соответственно геометрии и не подлежат принципиально лимитированию. Максимально достижимая температура ограничивается применяемым материалом трубопровода.

СПИСОК ССЫЛОЧНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- 1 Устройство
- 2 Источник трехфазного тока
- 3 Впуск
- 4 Выпуск
- 100 Трубопровод
- 101, 102, 103 Звено
- 101a, 102a, 103a Первый концевой участок
- 101b, 102b, 103b Средний концевой участок
- 101c, 102c, 103c Второй концевой участок
- L1, L2, L3 Внешний провод
- B Центральная область
- N Нейтральный провод
- K, Q Электрические контакты
- F, F', F'' Текучая среда
- A Продольная ось
- R Радиальное направление
- S Нулевая точка звезды
- S' Нулевая точка звезды источника напряжения

**УСТРОЙСТВО И СПОСОБ НАГРЕВА ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ В ТРУБОПРОВОДЕ
ТРЕХФАЗНЫМ ТОКОМ**

Изобретение касается устройства для нагрева текучей среды, которая перемещается по меньшей мере в одном трубопроводе, а также соответствующего способа для нагрева текучей среды.

Такое устройство имеет по меньшей мере один электропроводный трубопровод для помещения текучей среды, а также по меньшей мере один соединенный с этим трубопроводом источник электрической энергии, напр., источник напряжения или источник тока, который выполнен для того, чтобы создавать в указанном по меньшей мере одном трубопроводе электрический ток, который нагревает этот трубопровод для нагрева текучей среды, при этом вследствие электрического сопротивления указанного по меньшей мере одного трубопровода в трубопроводе создается Джоулево тепло, которое пропорционально преобразуемой там электрической мощности и продолжительности времени, в течение которого течет ток. Такое устройство известно, напр., из DE2362628С3.

Под текучей средой в данном случае понимается газообразная и/или жидкая среда.

Вместо вышеназванного прямого нагрева, при котором трубопровод состоит из электропроводного материала и по нему самому протекает ток, для разогрева текучих сред известна также установка нагревательных элементов, такие как, напр., самолимитирующие нагревательные ленты, нагревательные ленты постоянной мощности или нагревательные кабели нерегулируемого сопротивления с минеральной изоляцией, на наружной стороне подлежащего нагреву трубопровода, в котором перемещается подлежащая нагреву текучая среда. При этом соответствующий трубопровод, имеющий нагревательные ленты, как правило, изолируется снаружи от потери тепла в окружающий воздух. Таким образом, посредством теплопроводности или теплоизлучения тепло может отдаваться от нагревательного кабеля трубопроводу, а от трубопровода находящейся в нем или, соответственно, текучей среде.

При вышеназванном прямом нагреве, в частности, важно предусмотреть по меньшей мере одну изоляцию, из соображений редундантности часто две изоляции, которые предотвращают параллельную цепь тока к трубопроводу, напрямую нагреваемому током.

В случае если среда в трубопроводе ухудшает эффективность изоляции, из соображений безопасности прямой нагрев должен отключаться. Параллельное протекание тока в совокупности всех частей установки осуществляется неконтролируемым образом. В непредсказуемом месте выделяется тепло, при этом при плохих электрических соединениях частей установки могут также возникать искры, которые, в частности, представляет собой значительный риск для безопасности во взрывоопасных установках.

Исходя из этого, в основе настоящего изобретения лежит задача, предоставить усовершенствованное устройство, а также усовершенствованный способ нагрева текучей среды, которое или, соответственно, который, в частности, позволит сократить количество обычно предусматриваемой изоляции (изоляций), не рискуя негативными последствиями параллельного тока.

Эта задача решается с помощью устройства с признаками п.1 формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления изобретения указаны, кроме того, в соответствующих зависимых пунктах формулы изобретения.

Соответственно по п.1 формулы изобретения в соответствии с изобретением предусмотрено несколько электропроводных трубопроводов для помещения текучей среды, а также несколько источников напряжения, при этом каждый трубопровод имеет по одному источнику напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом, при этом каждый источник напряжения выполнен для создания в соответствующем трубопроводе электрического тока, который нагревает соответствующий трубопровод для нагрева текучей среды, при этом источники напряжения имеют M внешних проводов $L1-LM$, при этом M представляет собой натуральное число, больше или равное двум, и при этом источники напряжения конфигурированы для предоставления на своих внешних проводах $L1-LM$ переменного напряжения, причем эти переменные напряжения

сдвинуты друг относительно друга по фазе на $2\pi/M$, и при этом внешние провода L1-LM соединены электропроводящим соединением по меньшей мере с одним трубопроводом 100 с образованием схемы звезда, у которой каждый внешний провод по меньшей мере через часть соответствующего трубопровода электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой схемы звезда.

Можно также выполнить несколько схем звезда, имеющих отдельные нулевые точки звезды. Так, напр., для каждого трубопровода может выполняться отдельная схема звезда.

В принципе, изобретение может также применяться к одному отдельному трубопроводу, для которого тогда предназначен один источник напряжения.

По одному из предпочтительных вариантов осуществления изобретения трубопроводы выполнены в виде реакционных труб печи риформинга.

По одному из предпочтительных вариантов осуществления изобретения предусмотрено, что источники напряжения имеют по одному нейтральному проводу, при этом каждый источник напряжения выполнен для соответствующего предоставления переменного напряжения между внешними проводами и этим нейтральным проводом, причем эти переменные напряжения сдвинуты друг относительно друга по фазе на $2\pi/M$. Предпочтительно каждый нейтральный провод электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой звезды.

Под схемой звезда в данном случае понимается совместное соединение любого количества разъемов (M разъемов, причем при необх. имеющийся нейтральный провод также может быть соединен с нулевой точкой звезды), в каждом случае через сопротивление, с одной общей точкой, которая называется нулевой точкой звезды.

Нулевая точка звезды при равномерной нагрузке M (напр., M=3) внешних проводов предпочтительно не проводит ток (при неравномерной нагрузке только разницу токов или, соответственно, разность напряжений при высокоомном присоединении нейтрального провода к нулевой точке звезды указанного по меньшей мере одного трубопровода), так что можно обойтись без общепринятой обычно изоляции на впуске и на выпуске трубопровода.

Поэтому предпочтительно по меньшей мере один трубопровод или несколько трубопроводов конфигурированы так, что токи в нулевой точке звезды взаимно уничтожаются. То есть, другими словами, предпочтительно созданные электропроводящие соединения (каждое из которых включает в себя часть трубопровода) между соответствующим внешним проводом по меньшей мере одного источника напряжения и нулевой точкой звезды имеют одно и то же омическое сопротивление, так что отдельные токи в нулевой точке звезды взаимно уничтожаются.

В отношении рабочего заземления, как правило, при наличии нейтрального провода (напр., сеть TN (франц. *terre neutre*, с глухозаземленной нейтралью)) предусмотрено заземление нулевой точки звезды источника напряжения или, соответственно, N-разъема. При этом заземление может быть, напр., выполнено жестким, низкоомным или же индуктивным. При трехпроводной сети или, соответственно, сети IT (франц. *isolé terre*, с изолированной нейтралью), у которой нет нейтрального провода, это рабочее заземление отсутствует.

У двух вышеназванных типов сетей нулевая точка звезды упомянутой предлагаемой изобретением схемы звезда или, соответственно, указанного по меньшей мере одного трубопровода предпочтительно заземлена, в частности жестко заземлена. При энергоснабжении, имеющем нейтральный провод, (напр., сеть TN), при котором нулевая точка звезды источника напряжения (N-разъем) жестко заземлена, по одному из вариантов осуществления заземление нулевой точки звезды упомянутой схемы звезда или, соответственно, указанного по меньшей мере одного трубопровода может также отсутствовать.

По меньшей мере один трубопровод или, соответственно, несколько трубопроводов могут представлять собой один взаимосвязанный трубопровод. Однако этот трубопровод может также иметь несколько участков, которые не находятся в гидравлическом соединении друг с другом и при необх. допускают возможность протекания по каждому из них одной подлежащей нагреву текучей среды отдельно друг от друга.

По одному из предпочтительных вариантов осуществления $M=3$,

т.е. используется трехфазный переменный ток, который часто также называется трехфазным током. При этом речь идет о многофазном переменном токе, который известным образом состоит из трех отдельных переменных токов или переменных напряжений одинаковой частоты:

$$U_{L1}=U_0\cos(\omega t),$$

$$U_{L2}=U_0\cos(\omega t-120^\circ),$$

$$U_{L3}=U_0\cos(\omega t-240^\circ),$$

постоянно сдвинутых друг относительно друга по своему фазовому углу на 120° , т.е., $2\pi/3$.

Переменные напряжения поочередно достигают своего максимального отклонения со сдвигом во времени на одну треть периода. Сдвиг во времени этих так называемых напряжений внешних проводов друг относительно друга описывается углом сдвига фаз. Эти три провода называются внешними проводами и обычно сокращаются как L1, L2 и L3. Нейтральный провод обозначается N.

По другому предпочтительному варианту осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что по меньшей мере один трубопровод или, соответственно, трубопроводы имеют по M звеньев (то есть, напр., при M=3 первое, второе, а также третье звено), при этом каждое звено имеет первый и второй концевой участок, а также средний участок, соединяющий друг с другом эти два концевых участка гидравлическим, а также электропроводящим соединением.

Предпочтительно два концевых участка каждого звена соединены с нулевой точкой звезды, т.е. на каждом концевом участке или, соответственно, на двух соединенных друг с другом концевых участках двух соседних звеньев предусмотрен электрический контакт с нулевой точкой звезды.

Кроме того, предпочтительно предусмотрено, что каждый средний участок звеньев соединен электропроводящим соединением с предназначенным для него внешним проводом L1-LM (напр., при M=3, L1, L2 или L3) по меньшей мере одного источника напряжения, т.е. на каждом среднем участке предусмотрен электрический контакт с предназначенным для него внешним проводом, при этом, в

частности, в случае трехфазного тока ($M=3$) средний участок первого звена соединен с внешним проводом L_1 , средний участок второго звена - с внешним проводом L_2 , а средний участок третьего звена - с внешним проводом L_3 . Каждый внешний провод однозначно предназначен только для одного среднего участка одного звена.

Кроме того, по меньшей мере один трубопровод конфигурирован предпочтительно так, что при M звеньев второй концевой участок первого звена соединен с первым концевым участком второго звена гидравлическим, а также электропроводящим соединением, и что (при $M>2$) второй концевой участок второго звена соединен с первым концевым участком третьего звена гидравлическим, а также электропроводящим соединением. Так это продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто последнее ($M-e$) звено. M звеньев по меньшей мере одного трубопровода соединены друг с другом, в частности, так, что текущая в них текучая среда протекает по ним поочередно. Кроме того, предпочтительно первый концевой участок первого звена образует впуск для запитывания текучей среды по меньшей мере в один трубопровод, при этом второй концевой участок M -го звена предпочтительно образует выпуск для выпуска текучей среды по меньшей мере из одного трубопровода. Упомянутый выпуск может находиться в гидравлическом соединении с впуском другого трубопровода. Кроме того, упомянутый впуск по меньшей мере одного трубопровода может находиться в гидравлическом соединении с выпуском другого трубопровода (ср. ниже).

Соответственно в случае $M=3$ предпочтительно по меньшей мере один трубопровод конфигурирован так, что второй концевой участок первого звена соединен с первым концевым участком второго звена гидравлическим, а также электропроводящим соединением, и что второй концевой участок второго звена соединен с первым концевым участком третьего звена гидравлическим, а также электропроводящим соединением, т.е., эти три звена по меньшей мере одного трубопровода соединены друг с другом, в частности, так, что текущая в них текучая среда поочередно протекает по

ним. Кроме того, предпочтительно первый концевой участок первого звена образует впуск для запитывания текучей среды по меньшей мере в один трубопровод, при этом второй концевой участок третьего звена предпочтительно образует выпуск для выпуска текучей среды по меньшей мере из одного трубопровода. Упомянутый выпуск может находиться в гидравлическом соединении с впуском другого трубопровода. Кроме того, упомянутый впуск по меньшей мере одного трубопровода может находиться в гидравлическом соединении с выпуском другого трубопровода (ср. ниже).

Предпочтительно находящиеся друг с другом в гидравлическом и электрическом соединении концевые участки двух соседних звеньев посредством одного общего контакта электрически соединены с нулевой точкой звезды или, соответственно, нейтральным проводом, причем этот контакт может быть предусмотрен, напр., на переходе этих двух соединенных друг с другом концевых участков.

Упомянутые звенья могут быть также, конечно, выполнены отдельно друг от друга и соответственно не находиться в гидравлическом соединении друг с другом. В этом случае независимо друг от друга через звенья направляются и нагреваются несколько потоков текучей среды. Концевые участки звеньев образуют тогда впуски и выпуски, через которые отдельные звенья могут отдельно наполняться текучей средой.

Упомянутые звенья, если они соединены друг с другом, предпочтительно цельно приделаны своими концевыми участками к соседним звеньям. Другие гидравлические и электропроводящие соединения также возможны. Кроме того, предусмотренный в каждом случае между двумя концевыми участками одного звена средний участок предпочтительно цельно приделан к предусмотренным с двух сторон концевым участкам. Другие гидравлические и электропроводящие соединения здесь также возможны. В принципе, звенья могут принимать все мыслимые формы или, соответственно, конфигурации.

Предпочтительно все звенья в отношении их размеров и геометрии или, соответственно, формы выполнены по существу идентично, так что они представляют собой по существу одинаковые

омические потребители. При различно выполненных звеньях при необх. могут дополнительно предусматриваться выравнивающие омические или емкостные, или, соответственно, индуктивные сопротивления.

По одному из особенно предпочтительных вариантов осуществления изобретения каждое звено выполнено в виде петли, при этом средний участок каждого звена образует конец соответствующей петли, который находится напротив двух предпочтительно расположенных рядом друг с другом концевых участков соответствующей петли, при этом, в частности, в области каждого конца с соответствующим звеном соединен электропроводящим соединением соответственно предназначенный для него внешний провод. При этом конец соответствующей петли или, соответственно, звена предпочтительно образован двойным изгибом соответствующего среднего участка, в котором текучая среда, протекающая в соответствующем звене или, соответственно, в соответствующей петле от первого концевого участка, изменяет свое направление и течет обратно ко второму концевому участку (или наоборот).

Предпочтительно звенья или, соответственно, петли по меньшей мере одного трубопровода распространяются каждое вдоль продольной оси, при этом звенья или, соответственно, петли имеют, в частности, одинаковую длину вдоль продольной оси (см. также выше).

Кроме того, предпочтительно предусмотрено, что концевые участки звеньев по меньшей мере одного трубопровода или, соответственно, трубопроводов, имеющих соответствующий электрический контакт с нулевой точкой звезды или, соответственно, нейтральным проводом, расположены в центральной области, откуда эти звенья распространяются в радиальном направлении наружу, и причем, в частности, к соответствующему концу или, соответственно, двойному изгибу, на котором предпочтительно предусмотрен соответствующий электрический контакт с предназначенным для него внешним проводом L1-LM (или, соответственно, при M=3 L1, L2 или L3).

При звездообразном расположении трех звеньев трубопровода

друг относительно друга продольные оси каждых двух соседних звеньев могут, напр., заключать между собой угол 120° .

В соответствии с изобретением предусмотрено несколько вышеописанных трубопроводов, а также, в частности, несколько источников напряжения, при этом каждый трубопровод имеет по одному источнику напряжения. Тогда внешние провода одного источника напряжения, в свою очередь, соединены с предназначенным для них трубопроводом так, что, в свою очередь, образуется схема звезда, у которой каждый внешний провод по меньшей мере через часть соответствующего трубопровода соединен электропроводящим соединением с нулевой точкой схемы звезда, при этом при необх. имеющийся нейтральный провод каждого источника напряжения может быть соединен электропроводящим соединением с нулевой точкой звезды предназначенного для него трубопровода (см. выше).

Предпочтительно, в свою очередь, источники напряжения выполнены в виде трехфазных источников переменного напряжения (т.е. $M=3$), так что создаваемый в каждом трубопроводе ток для прямого Джоулева нагрева соответствующего трубопровода представляет собой трехфазный переменный ток.

То есть, трубопроводы имеют, в свою очередь, предпочтительно по M звеньев или, соответственно, первое, второе, а также третье звено (при $M=3$), при этом каждое звено соответствующего трубопровода имеет первый и второй концевой участок, а также соединяющий эти два концевых участка друг с другом средний участок. Эти два концевых участка каждого звена соответствующего участка трубопровода предпочтительно, как описано выше, соединены электропроводящим соединением с нулевой точкой звезды соответствующего трубопровода или, соответственно, нейтральным проводом N предназначенного для него источника напряжения, в отличие от чего каждый средний участок каждого участка трубопровода предпочтительно соединены, как описано выше, с предназначенным для них внешним проводом ($L1-LM$ или, соответственно, при $M=3$ $L1$, $L2$ или $L3$) предназначенного для него источника напряжения.

Отдельные звенья нескольких трубопроводов предпочтительно, как изложено выше, соединены друг с другом (или выполнены отдельно друг от друга) и также предпочтительно выполнены в виде петель, при этом, в свою очередь, средний участок каждого звена предпочтительно образует конец или, соответственно, двойной изгиб соответствующей петли (см. выше), при этом предпочтительно в области соответствующего конца или, соответственно, на соответствующем двойном изгибе предусмотрен электрический контакт с соответственно предназначенным для него внешним проводом (L1-LM или, соответственно, при $M=3$ L1, L2 или L3) (см. также выше).

Предпочтительно концевые участки звеньев каждого трубопровода, имеющие соответствующий, при необх. общий электрический контакт с нулевой точкой звезды или, соответственно, нейтральным проводом N, расположены в центральной области, откуда эти звенья трубопроводов распространяются в радиальном направлении наружу, при этом упомянутые концы или, соответственно, двойные изгибы, если смотреть в радиальном направлении, находятся в крайнем наружном положении (напр., на воображаемой окружности вокруг центральной области).

При наличии нескольких трубопроводов несколько или же все эти трубопроводы могут находиться друг с другом в последовательном гидравлическом соединении, так что текучая среда протекает по ним поочередно.

Кроме того, существует также возможность параллельного соединения нескольких или всех трубопроводов, т.е. конфигурирования их так, чтобы текучая среда распределялась на несколько отдельных потоков, которые тогда параллельно протекают по отдельным предназначенным для них трубопроводам.

Конечно, возможна также любая конфигурация трубопроводов, соединенных последовательно или параллельно.

Кроме того, проблема изобретения решается с помощью способа нагрева по меньшей мере одной текучей среды с применением по меньшей мере одного предлагаемого изобретением устройства.

При этом текучая среда протекает предпочтительно по одному

или несколькими трубопроводам предлагаемого изобретением устройства и нагревается в них, при этом по меньшей мере один трубопровод или, соответственно, несколько трубопроводов нагревается многофазным переменным током или, соответственно, трехфазным переменным током, текущим по меньшей мере в одном трубопроводе или в нескольких трубопроводах, так что по меньшей мере в одном трубопроводе или в нескольких трубопроводах создается Джоулево тепло, которое передается текучей среде, так что при протекании по меньшей мере по одному трубопроводу или нескольким трубопроводам эта текучая среда нагревается, и при этом в качестве текучей среды нагревается предварительно подогретая смесь из углеводородов и пара с целью разложения углеводородов.

По одному из вариантов предлагаемого изобретением способа предусмотрено, что в качестве текучей среды с помощью по меньшей мере одного предлагаемого изобретением устройства нагревается термически разлагаемый углеводород, в частности смесь из углеводородов.

По другому варианту предлагаемого изобретением способа альтернативно или дополнительно предусмотрено, что в качестве текучей среды с помощью по меньшей мере одного предлагаемого изобретением устройства нагревается вода или, соответственно, водяной пар, причем этот водяной пар нагревается, в частности, до температуры входа в реактор в пределах от 550°C до 700°C и, в частности, добавляется в указанный или, соответственно, указанные разлагаемые углеводороды.

По другому варианту осуществления предлагаемого изобретением способа альтернативно или дополнительно предусмотрено, что в качестве текучей среды с помощью по меньшей мере одного предлагаемого изобретением устройства нагревается предварительно подогретая смесь углеводородов и пара с целью разложения углеводородов. То есть, предлагаемое изобретением устройство применяется для ввода тепла в реакторную часть реакционной печи для разложения предварительно подогретой смеси углеводородов и пара. Это сильно эндотермическая реакция, при

которой образующийся газ выходит из реакторной части с температурами обычно 800°C–880°C.

В частности, разлагаемая смесь, которая называется также исходным газом печи риформинга и содержит водяной пар, а также один или, соответственно, разные углеводороды (напр., от CH_4 до нефти), а также при необх. водород и другие компоненты, такие как, напр., N_2 , Ar , He , CO , CO_2 , и/или MeOH , предлагаемым изобретением способом может доводиться или, соответственно, перегреваться до температуры входа в печь риформинга, которая предпочтительно лежит в пределах температуры от 250°C до 730°C, предпочтительно от 320°C до 650°C, в частности при давлении исходного газа в пределах от 10 бар до 50 бар, предпочтительно от 15 до 40 бар.

Кроме того, посредством предлагаемого изобретением способа в качестве текучей среды может предварительно подогреваться необходимый для сжигания воздух печи риформинга, причем, в частности, до температуры в пределах от 200°C до 800°C, предпочтительно от 400°C до 700°C.

В частности, также посредством предлагаемого изобретением способа может обогреваться по меньшей мере одна реакционная труба или, соответственно, реакционные трубы печи риформинга или, соответственно, текущая в ней текучая среда (по меньшей мере один трубопровод предлагаемого изобретением устройства может быть, таким образом, выполнен в виде реакционной трубы печи риформинга). То есть здесь посредством предлагаемого изобретением способа путем прямого обогрева осуществляется ввод тепла в наполненные кристаллизатором реакционные трубы печи риформинга. При этом образующийся газ, состоящий из основных компонентов H_2 , CO , CO_2 , CH_4 , H_2O и инертных дополнительно во время прямого обогрева может также параллельно нагреваться с помощью горелки в зоне излучения печи риформинга. Эта реакция является эндотермической. Реформированный газ выходит из зоны излучения печи риформинга, как правило, с температурой в пределах от 780°C до 1050°C, предпочтительно от 820°C до 950°C. Область давления этого газа лежит предпочтительно в пределах от

10 бар до 50 бар, предпочтительно от 15 до 40 бар.

В частности, также посредством предлагаемого изобретением способа в качестве текучей среды разлагаемый, сухой исходный газ (то есть, в частности, перед смешиванием с водяным паром), который содержит по меньшей мере один или, соответственно, разные углеводороды (напр., от CH_4 до нефти), а также при необх. водяной пар и другие компоненты, такие как, например, N_2 , Ar , He , CO , CO_2 , и/или MeOH , может нагреваться для каталитической предварительной очистки, в частности до температуры в пределах от 100°C до 500°C , предпочтительно от 200°C до 400°C ., причем при давлении газа в пределах предпочтительно от 10 бар до 50 бар, предпочтительно от 15 до 45 бар.

Кроме того, предлагаемый изобретением способ может вообще применяться для нагрева в качестве текучей среды нагревать воды, напр., с целью выработки технологического пара во всех возможных процессах.

Ниже излагаются другие предметы изобретения (пункты 1 и 16), а также варианты осуществления предмета по п.1 формулы изобретения (пункты 2-15 формулы изобретения). Указанные в скобках ссылочные обозначения относятся к фигурам.

Пункт 1 формулы изобретения: устройство для нагрева текучей среды, имеющее:

- по меньшей мере один электропроводный трубопровод (100) для помещения текучей среды (F), и

- по меньшей мере один, соединенный по меньшей мере с одним трубопроводом (100) источник (2) напряжения, при этом по меньшей мере один источник (2) напряжения выполнен для создания по меньшей мере в одном трубопроводе (100) электрического тока, который нагревает по меньшей мере один трубопровод (100) для нагрева текучей среды (F),

- при этом по меньшей мере один источник (2) напряжения имеет по меньшей мере M внешних проводов (L_1, \dots, L_M), при этом M представляет собой натуральное число, больше или равное двум, и при этом по меньшей мере один источник (2) напряжения выполнен для предоставления на внешних проводах (L_1, \dots, L_M) переменного

напряжения, причем эти переменные напряжения сдвинуты друг относительно друга по фазе на $2\pi/M$, и при этом внешние провода (L_1, \dots, L_M) соединены электропроводящим соединением по меньшей мере с одним трубопроводом (100) с образованием схемы звезда, у которой каждый внешний провод (L_1, \dots, L_M) по меньшей мере через часть по меньшей мере одного трубопровода (100) электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой (S) звезды схемы звезда.

Пункт 2 формулы изобретения: устройство по п.1, при этом источник (2) напряжения имеет нейтральный провод (N), причем, в частности, этот нейтральный провод (N) электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой (S) звезды.

Пункт 3 формулы изобретения: устройство по одному из предыдущих пп., при этом M равно трем.

Пункт 4 формулы изобретения: устройство по одному из предыдущих пп., при этом по меньшей мере один трубопровод (100) имеет M звеньев (101), при этом каждое звено (101) имеет первый и второй концевой участок (101a, 101c), а также средний участок (101b), который соединяет друг с другом два концевых участка (101a, 101c) гидравлическим, а также электропроводящим соединением.

Пункт 5 формулы изобретения: устройство по п.4, при этом оба концевых участка (101a, 101c, 102a, 102c, 103a, 103c) каждого звена (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединены с нулевой точкой (S) звезды.

Пункт 6 формулы изобретения: устройство по одному из пп.4-5, при этом каждый средний участок (101b, 102b, 103b) звеньев (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединен с предназначенным для них внешним проводом (L_1, L_2, L_3) по меньшей мере одного источника (2) напряжения.

Пункт 7 формулы изобретения: устройство по п.3 формулы изобретения или одному из пунктов 4-6 формулы изобретения, в объеме ссылки на пункт 3 формулы изобретения, при этом второй концевой участок (101c) первого звена (101) соединен с первым

концевым участком (102a) второго звена (102) гидравлическим, а также электропроводящим соединением, в частности цельно приделан к нему, и при этом второй концевой участок (102с) второго звена (102) соединен с первым концевым участком (103a) третьего звена (103) гидравлическим, а также электропроводящим соединением, в частности цельно приделан к нему, при этом, в частности, первый концевой участок (101a) первого звена (101) образует впуск (3) для запитывания текучей среды (F) по меньшей мере в один трубопровод (100), при этом, в частности, второй концевой участок (103с) третьего звена (103) образует выпуск (4) для выпуска текучей среды (F) по меньшей мере из одного трубопровода (100).

Пункт 8 формулы изобретения: устройство по одному из пп.4-6, при этом звенья (101, 102, 103) не находятся в гидравлическом соединении друг с другом и выполнены для отдельного друг от друга проведения по одной подлежащей нагреву текучей среды (F, F', F'').

Пункт 9 формулы изобретения: устройство по одному из пп.4-8, при этом

каждое звено (101, 102, 103) выполнено в виде петли, при этом средний участок (101b, 102b, 103b) каждого звена (101, 102, 103) образует конец соответствующей петли (101, 102, 103), при этом, в частности, в области каждого конца с соответствующим звеном (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединен соответственно предназначенный для него внешний провод (L1, L2, L3).

Пункт 10 формулы изобретения: устройство по одному из пп.4-9, при этом каждое звено (101, 102, 103) распространяются вдоль продольной оси (A), при этом, в частности, звенья (101, 102, 103), в частности, вдоль соответствующей продольной оси (A), имеют одинаковую длину.

Пункт 11 формулы изобретения: устройство по одному из пп.4-10, при этом концевые участки (101a, 101с; 102a, 102с; 103a, 103с) звеньев (101, 102, 103) по меньшей мере одного трубопровода (100) расположены в центральной области (B), откуда

эти звенья (101, 102, 103) распространяются в радиальном направлении (R) наружу.

Пункт 12 формулы изобретения: устройство по п.10 или 11, при этом продольные оси (A) каждых двух соседних звеньев (101, 102; 102, 103; 103, 101) заключают между собой угол 120° .

Пункт 13 формулы изобретения: устройство по одному из предыдущих пп., при этом предусмотрено несколько трубопроводов (100), а также, в частности, несколько источников (2) напряжения, при этом, в частности, для каждого трубопровода (100) предназначено по одному источнику (2) напряжения.

Пункт 14 формулы изобретения: устройство по п.13, при этом несколько или все трубопроводы (100) находятся друг с другом в последовательном гидравлическом соединении с поочередным протеканием по ним текучей среды (F).

Пункт 15 формулы изобретения: устройство по п.13 или 14, при этом несколько или все трубопроводы (100) конфигурированы параллельно с распределением текучей среды (F) по этим параллельно конфигурированным трубопроводам (100).

Пункт 16 формулы изобретения: способ нагрева текучей среды (F) с применением устройства по одному из пп.1-15.

Другие признаки и преимущества настоящего изобретения будут пояснены при описании примеров осуществления с помощью фигур. Показано:

фиг.1: схематичное изображение трубопровода устройства, предлагаемого изобретением;

фиг.2: другая модификация варианта осуществления, показанного на фиг.1;

фиг.3: другое схематичное изображение трубопровода устройства, предлагаемого изобретением;

фиг.4: изображение системы нескольких трубопроводов устройства, предлагаемого изобретением;

фиг.5: схематичное изображение схемы соединений внешних проводов и нейтрального провода в сети TN; и

фиг.6: схематичное изображение схемы соединений внешних проводов и нейтрального провода в сети IT.

Ниже для простоты сначала представлены варианты осуществления изобретения применительно к одному трубопроводу 100. При этом приемы, изложенные применительно к одному трубопроводу, могут, конечно, применяться к нескольким трубопроводам 100.

В соответствии с фиг.1 при прямом нагреве трехфазным током трубопровода 100 в предлагаемом изобретении устройстве 1 для нагрева текучей среды F может создаваться нулевая точка S звезды. При этом три фазы L1, L2 и L3 системы трехфазного тока или, соответственно, источника 2 трехфазного напряжения (ср. фиг.5) подключаются к звеньям 101, 102, 103 трубопровода 100, а предпочтительно N-провод (нейтральный провод), если он имеется, - к нулевой точке S звезды. При обычном в энергоснабжении жестком или, соответственно, низкоомном заземлении N-разъема или, соответственно, нулевой точки S' звезды источника 2 напряжения с землей (PE) и подключении нейтрального провода N к нулевой точке S звезды трубопровода 100 можно обойтись без заземления нулевой точки S звезды на трубопроводе 100.

В соответствии с фиг.5 и 6 изобретение может применяться как в рамках сети, имеющей (предпочтительно три) внешних провода и нейтральный провод (напр., сеть TN), а также у сети без нейтрального провода (напр., сеть IT).

На фиг.5 показаны три внешних провода L1, L2, L3, а также нейтральный провод N источника 2 напряжения, которые имеются, напр., у сети TN. При этом нулевая точка S' звезды источника 2 напряжения, с которым электропроводящим соединением соединен нейтральный провод N, заземлена посредством сопротивления RN, при этом, в частности, RN может быть =0 (жесткое заземление) или, напр., низкоомным. Z_1 , Z_2 , Z_3 представляют собой нагрузки или, соответственно, полные сопротивления, которые образуются указанным по меньшей мере одним трубопроводом 100 или, соответственно, его звеньями 101, 102, 103. В нулевой точке S звезды нагрузки или, соответственно, трубопровода 100 они соединены вместе, при этом нейтральный провод N соединен электропроводящим соединением с нулевой точкой S звезды. При

жестком рабочем заземлении нулевой точки S' звезды источника 2 напряжения ($R_N=0$) заземление нулевой точки S звезды может отсутствовать, но предпочтительно имеется.

На фиг.6 показана трехпроводная сеть (напр., сеть IT), у которой нет нейтрального провода N . Здесь нулевая точка S звезды, которая образуется путем соединения вместе полных сопротивлений Z_1 , Z_2 , Z_3 , предпочтительно жестко заземлена.

Ниже без ограничения исходим из общего случая трех внешних проводов L_1 , L_2 , L_3 , а также нейтрального провода N . Однако можно обойтись без нейтрального провода N (см. выше), или число внешних проводов может варьироваться (см. выше).

В частности, первое звено 101 трубопровода 100 распространяется, начинаясь от первого концевой участка 101a или, соответственно, впуска 3, через который в трубопровод 100 запитывается текучая среда F , по продольной оси A к двойному изгибу среднего участка 101b первого звена 101, от которого средний участок 101b первого звена 101 распространяется обратно ко второму концевой участку 101c, расположенному рядом с первым концевой участком 101a в центральной области B . Второй концевой участок 101c первого звена 101 переходит в первый концевой участок 102a второго звена 102, который аналогичным образом через двойной изгиб своего среднего участка 102b распространяется ко второму концевой участку 102c второго звена 102, переходящего, в свою очередь, в первый концевой участок 103a третьего звена 103, который аналогичным образом через двойной изгиб своего среднего участка 103b распространяется ко второму концевой участку 103c, на котором предусмотрен выпуск 4 для выпуска (нагретой) текучей среды F из трубопровода 100. Три продольные оси A петлеобразно выполненных звеньев 101, 102, 103 в соответствии с фиг.1 предпочтительно расположены звездой, т.е. по два соседних звена 101, 102; 102, 103; 103, 101 заключают между собой угол 120° .

В настоящем случае на каждом двойном изгибе среднего участка 101b, 102b, 103b петли 101, 102, 103 предусмотрен контакт K с внешним проводом L_1 , L_2 или, соответственно, L_3

источника 2 трехфазного тока, при этом концевые участки 101а, 101с, 102а, 102с, 103а, 103с через контакты Q соединены с нулевой точкой S звезды. При этом предпочтительно соединенные друг с другом концевые участки 101с, 102а; 102с, 103а звеньев 101, 102, 103 через один общий контакт Q в переходе соответствующих концевых участков соединены с нулевой точкой S звезды или, соответственно, с нейтральным проводом N.

Система в соответствии с фиг.1 может также, конечно, применяться для любых M фаз, при этом M представляет собой натуральное число, больше или равное двум. Тогда предусматриваются соответственно M звеньев и соединяются по схеме, которая описана выше.

Кроме того, в соответствии с фиг.2 при системе в соответствии с фиг.1 звенья 101, 102, 103 могут быть выполнены отдельно друг от друга, так чтобы они допускали независимое друг от друга протекание по ним отдельных потоков F, F', F'' текучей среды 101а, 102а, 103а текучей среды. Первые концевые участки 101а, 102а, 103а могут быть при этом выполнены в виде впусков для этих потоков F, F', F'' текучей среды, а вторые концевые участки 101с, 102с, 103с - в виде выпусков для этих потоков текучей среды. При этом концевые участки 101а, 102а, 103а или, соответственно, 101с, 102с, 103с, в свою очередь, соединены с нулевой точкой S звезды.

На фиг.3 показан вариант прохождения звеньев 101, 102, 103, причем теперь они, в отличие от фиг.1, проходят рядом друг с другом.

Эта конфигурация принципиально позволяет расположить несколько трубопроводов 100, как на фиг.3, рядом друг с другом, как показано на фиг.4, причем здесь отдельные звенья 101, 102, 103 проходят каждое наружу в радиальном направлении R, начинаясь от центральной области B, в которой расположены отдельные концевые участки, и там соединены с нулевой точкой S звезды. Двойные изгибы отдельных, петлеобразно выполненных звеньев 101, 102, 103 теперь находятся в радиальном направлении R дальше снаружи на воображаемой окружности и соединены каждое с одной

фазой L1, L2 или, соответственно, L3 источника 2 трехфазного тока.

При этом для каждого трубопровода 100 предназначен источник 2 трехфазного тока, который предпочтительно расположен над звеньями и расположен радиально дальше внутри, чем двойные изгибы. Благодаря этому могут минимизироваться подводы к S (или, соответственно, N), а также L1, L2, L3. Трубопроводы 100 имеют по три петлеобразных звена 101, 102, 103, двойные изгибы которых соединены каждый с одной из фаз L1, L2 или, соответственно, L3 внешних проводов предназначенного для них источника 2 напряжения.

Для наглядности на фиг.4 обозначен только один трубопровод 100. Участки 100 трубопровода в соответствии с фиг.4 могут быть, как показано, расположены последовательно, так чтобы по ним поочередно могла протекать текучая среда F. Однако можно также предусмотреть в центральной области В распределитель, который распределяет текучую среду F по отдельным трубопроводам 100, имеющим по три звена 101, 102, 103, так чтобы по ним параллельно протекала текучая среда F. После этого (нагретая) текучая среда F может снова объединяться и передаваться к месту ее дальнейшего использования.

В описанных выше примерах трехфазный ток в звеньях 101, 102, 103 вследствие электрического сопротивления этих звеньев 101, 102, 103 создает в каждом из них Джоулево тепло, которое передается текущей в звеньях 101, 102, 103 текучей среде F, при этом текучая среда нагревается.

Конечно, система в соответствии с фиг.3 и 4 может также применяться для общего случая M фаз (M больше или равно двум).

Однако показанная на фиг.1-4 конфигурация прямого нагрева трехфазным током или, соответственно, показанное там звездообразная система отдельных звеньев 101, 102, 103 не является, однако, обязательно необходимой. Возможна вообще любая геометрическая система трубопроводов 100 или, соответственно, звеньев 101, 102, 103. Предлагаемый изобретением способ или, соответственно, предлагаемое изобретением устройство 1 принципиально применимо при всех давлениях, температурах,

размерах и пр.

В техническом исполнении из-за более высокого удельного сопротивления нержавеющей стали для трубопроводов 100 предпочитается углеродистым сталям. Кроме того, предпочтительно подвод многофазного или, соответственно, трехфазного переменного тока выполняется со значительно более низким сопротивлением, чем проводящий текучую среду F трубопровод, с целью минимизации выделения тепла этим подводом, так как оно, как правило, нежелательно.

Предлагаемое изобретением решение предпочтительно применимо, в частности, при нагреве сред, который вызывают уменьшение эффективности изоляции (напр., коксование в реакционных печах). В настоящем случае существует сравнительно низкий риск нежелательного протекания тока, так что при необх. можно даже обойтись без вышеупомянутого отключающего устройства.

Кроме того, существует возможность управления нагревом в каждом из трех звеньев 101, 102, 103, при этом соответственно регулируется протекание тока каждой из фаз L1, L2, L3 (это справедливо также для M фаз, где M больше или равно двум).

В принципе, предлагаемый изобретением нагрев текучей среды может применяться при всех средах в электропроводных трубопроводах. При очень хорошо проводящих жидкостях (по сравнению с электрической проводимостью трубопровода) этот факт при необх. должен учитываться при расчете протекания тока. Геометрическая конфигурация трубопроводов или, соответственно, участков трубопроводом является предпочтительно гибкой и может адаптироваться к соответствующим требованиям. Кроме того, материал трубопровода может адаптироваться к требованиям технологического процесса. Токи, напряжения и частота могут выбираться соответственно геометрии и не подлежат принципиальному лимитированию. Максимально достижимая температура ограничивается применяемым материалом трубопровода.

СПИСОК ССЫЛОЧНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- 1 Устройство
- 2 Источник трехфазного тока
- 3 Впуск
- 4 Выпуск
- 100 Трубопровод
- 101, 102, 103 Звено
- 101a, 102a, 103a Первый концевой участок
- 101b, 102b, 103b Средний концевой участок
- 101c, 102c, 103c Второй концевой участок
- L1, L2, L3 Внешний провод
- B Центральная область
- N Нейтральный провод
- K, Q Электрические контакты
- F, F', F'' Текучая среда
- A Продольная ось
- R Радиальное направление
- S Нулевая точка звезды
- S' Нулевая точка звезды источника напряжения

ИЗМЕНЕННАЯ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ,**ПРЕДЛОЖЕННАЯ ЗАЯВИТЕЛЕМ ДЛЯ РАССМОТРЕНИЯ (по ст. 34 РСТ)**

1. Устройство для нагрева текучей среды, имеющее:

- несколько электропроводных трубопроводов (100) для помещения текучей среды (F), и

- несколько источников (2) напряжения, при этом каждый трубопровод (100) имеет по одному источнику (2) напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом (100), при этом каждый источник (2) напряжения выполнен для создания в соответствующем трубопроводе (100) электрического тока, который нагревает соответствующий трубопровод (100) для нагрева текучей среды (F),

- при этом каждый источник (2) напряжения имеет по меньшей мере M внешних проводов (L1, ..., LM), при этом M представляет собой натуральное число, больше или равное двум, и при этом соответствующий источник (2) напряжения выполнен для предоставления на своих внешних проводах (L1, ..., LM) переменного напряжения, причем эти переменные напряжения сдвинуты друг относительно друга по фазе на $2\pi/M$, и при этом внешние провода (L1, ..., LM) каждого источника (2) напряжения соединены электропроводящим соединением с соответствующим трубопроводом (100) с образованием схемы звезда, у которой каждый внешний провод (L1, ..., LM) по меньшей мере через часть соответствующего трубопровода (100) электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой (S) схемы звезда.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что трубопроводы (100) выполнены в виде реакционных труб печи риформинга.

3. Устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что источники (2) напряжения имеют по нейтральному проводу (N), при этом, в частности, каждый нейтральный провод (N) электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой (S) звезды.

4. Устройство по одному из предыдущих пп., отличающееся тем, что M равно трем.

5. Устройство по одному из предыдущих пп., отличающееся

тем, что трубопроводы (100) имеют М звеньев (101), при этом каждое звено (101) имеет первый и второй концевой участок (101a, 101c), а также средний участок (101b), который соединяет друг с другом два концевых участка (101a, 101c) гидравлическим, а также электропроводящим соединением.

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что оба концевых участка (101a, 101c, 102a, 102c, 103a, 103c) каждого звена (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединены с нулевой точкой (S) звезды.

7. Устройство по одному из пп.5-6, отличающееся тем, что средние участки (101b, 102b, 103b) звеньев (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединены соответственно с предназначенным для них внешним проводом (L1, L2, L3) соответствующего источника (2) напряжения.

8. Устройство по п.4 или одному из пп.5-7 в объеме ссылки на п.4, отличающееся тем, что второй концевой участок (101c) первого звена (101) соединен с первым концевым участком (102a) второго звена (102) гидравлическим, а также электропроводящим соединением, в частности цельно приделан к нему, причем второй концевой участок (102c) второго звена (102) соединен с первым концевым участком (103a) третьего звена (103) гидравлическим, а также электропроводящим соединением, в частности цельно приделан к нему, при этом, в частности, первый концевой участок (101a) первого звена (101) образует впуск (3) для запитывания текучей среды (F) в соответствующий трубопровод (100), при этом, в частности, второй концевой участок (103c) третьего звена (103) образует выпуск (4) для выпуска текучей среды (F) из соответствующего трубопровода (100).

9. Устройство по одному из пп.5-7, отличающееся тем, что звенья (101, 102, 103) не находятся друг с другом в гидравлическом соединении и выполнены для проведения отдельно друг от друга по одной подлежащей нагреву текучей среде (F, F', F'').

10. Устройство по одному из пп.5-9, отличающееся тем, что каждое звено (101, 102, 103) выполнено виде петли, при этом

средний участок (101b, 102b, 103b) каждого звена (101, 102, 103) образует конец соответствующей петли (101, 102, 103), при этом, в частности, в области каждого конца с соответствующим звеном (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединен соответственно предназначенный для него внешний провод (L1, L2, L3).

11. Устройство по одному из пп.5-10, отличающееся тем, что каждое звено (101, 102, 103) распространяется вдоль продольной оси (А), при этом, в частности, звенья (101, 102, 103), в частности, вдоль соответствующей продольной оси (А) имеют одинаковую длину.

12. Устройство по одному из пп.5-11, отличающееся тем, что концевые участки (101a, 101c; 102a, 102c; 103a, 103c) звеньев (101, 102, 103) соответствующего трубопровода (100) расположены в центральной области (В), откуда эти звенья (101, 102, 103) распространяются в радиальном направлении (R) наружу.

13. Устройство по п.11 или 12, отличающееся тем, что продольные оси (А) каждых двух соседних звеньев (101, 102; 102, 103; 103, 101) заключают между собой угол 120° .

14. Устройство по одному из предыдущих пп., отличающееся тем, что несколько или все трубопроводы (100) находятся друг с другом в последовательном гидравлическом соединении, так что текучая среда (F) протекает по ним поочередно.

15. Устройство по одному из предыдущих пп., отличающееся тем, что несколько или все трубопроводы (100) конфигурированы параллельно, так что текучая среда (F) распределена по этим параллельно конфигурированным трубопроводам (100).

16. Способ нагрева текучей среды (F) с применением устройства по одному из пп.1-15, при этом текучая среда протекает по трубопроводам устройства и нагревается в них, при этом трубопроводы нагревают многофазным переменным током, текущим в этих трубопроводах, так что в трубопроводах создается Джоулево тепло, которое передается текучей среде, так что при протекании по трубопроводам эта текучая среда нагревается, и при этом в качестве текучей среды нагревают предварительно

подогретую смесь из углеводородов и пара для разложения углеводородов.

По доверенности

ИЗМЕНЕННАЯ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ,**ПРЕДЛОЖЕННАЯ ЗАЯВИТЕЛЕМ ДЛЯ РАССМОТРЕНИЯ (по ст. 34 РСТ)**

1. Устройство для нагрева текучей среды, имеющее:

- несколько электропроводных трубопроводов (100) для помещения текучей среды (F), и

- несколько источников (2) напряжения, при этом каждый трубопровод (100) имеет по одному источнику (2) напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом (100), при этом каждый источник (2) напряжения выполнен для создания в соответствующем трубопроводе (100) электрического тока, который нагревает соответствующий трубопровод (100) для нагрева текучей среды (F),

- при этом каждый источник (2) напряжения имеет по меньшей мере М внешних проводов (L1, ..., LM), при этом М представляет собой натуральное число, больше или равное двум, и при этом соответствующий источник (2) напряжения выполнен для предоставления на своих внешних проводах (L1, ..., LM) переменного напряжения, причем эти переменные напряжения сдвинуты друг относительно друга по фазе на $2\pi/M$, и при этом внешние провода (L1, ..., LM) каждого источника (2) напряжения соединены электропроводящим соединением с соответствующим трубопроводом (100) с образованием схемы звезда, у которой каждый внешний провод (L1, ..., LM) по меньшей мере через часть соответствующего трубопровода (100) электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой (S) схемы звезда.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что трубопроводы (100) выполнены в виде реакционных труб печи риформинга.

3. Устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что источники (2) напряжения имеют по нейтральному проводу (N), при этом, в частности, каждый нейтральный провод (N) электропроводящим соединением соединен с нулевой точкой (S) звезды.

4. Устройство по одному из предыдущих пп., отличающееся тем, что М равно трем.

5. Устройство по одному из предыдущих пп., отличающееся тем, что трубопроводы (100) имеют М звеньев (101), при этом

каждое звено (101) имеет первый и второй концевой участок (101a, 101c), а также средний участок (101b), который соединяет друг с другом два концевых участка (101a, 101c) гидравлическим, а также электропроводящим соединением.

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что оба концевых участка (101a, 101c, 102a, 102c, 103a, 103c) каждого звена (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединены с нулевой точкой (S) звезды.

7. Устройство по одному из пп.5-6, отличающееся тем, что средние участки (101b, 102b, 103b) звеньев (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединены соответственно с предназначенным для них внешним проводом (L1, L2, L3) соответствующего источника (2) напряжения.

8. Устройство по п.4 или одному из пп.5-7 в объеме ссылки на п.4, отличающееся тем, что второй концевой участок (101c) первого звена (101) соединен с первым концевым участком (102a) второго звена (102) гидравлическим, а также электропроводящим соединением, в частности цельно приделан к нему, причем второй концевой участок (102c) второго звена (102) соединен с первым концевым участком (103a) третьего звена (103) гидравлическим, а также электропроводящим соединением, в частности цельно приделан к нему, при этом, в частности, первый концевой участок (101a) первого звена (101) образует впуск (3) для запитывания текучей среды (F) в соответствующий трубопровод (100), при этом, в частности, второй концевой участок (103c) третьего звена (103) образует выпуск (4) для выпуска текучей среды (F) из соответствующего трубопровода (100).

9. Устройство по одному из пп.5-7, отличающееся тем, что звенья (101, 102, 103) не находятся друг с другом в гидравлическом соединении и выполнены для проведения отдельно друг от друга по одной подлежащей нагреву текучей среде (F, F', F'').

10. Устройство по одному из пп.5-9, отличающееся тем, что каждое звено (101, 102, 103) выполнено виде петли, при этом средний участок (101b, 102b, 103b) каждого звена (101, 102, 103)

образует конец соответствующей петли (101, 102, 103), при этом, в частности, в области каждого конца с соответствующим звеном (101, 102, 103) электропроводящим соединением соединен соответственно предназначенный для него внешний провод (L1, L2, L3).

11. Устройство по одному из пп.5-10, отличающееся тем, что каждое звено (101, 102, 103) распространяется вдоль продольной оси (А), при этом, в частности, звенья (101, 102, 103), в частности, вдоль соответствующей продольной оси (А) имеют одинаковую длину.

12. Устройство по одному из пп.5-11, отличающееся тем, что концевые участки (101а, 101с; 102а, 102с; 103а, 103с) звеньев (101, 102, 103) соответствующего трубопровода (100) расположены в центральной области (В), откуда эти звенья (101, 102, 103) распространяются в радиальном направлении (R) наружу.

13. Устройство по п.11 или 12, отличающееся тем, что продольные оси (А) каждой двух соседних звеньев (101, 102; 102, 103; 103, 101) заключают между собой угол 120° .

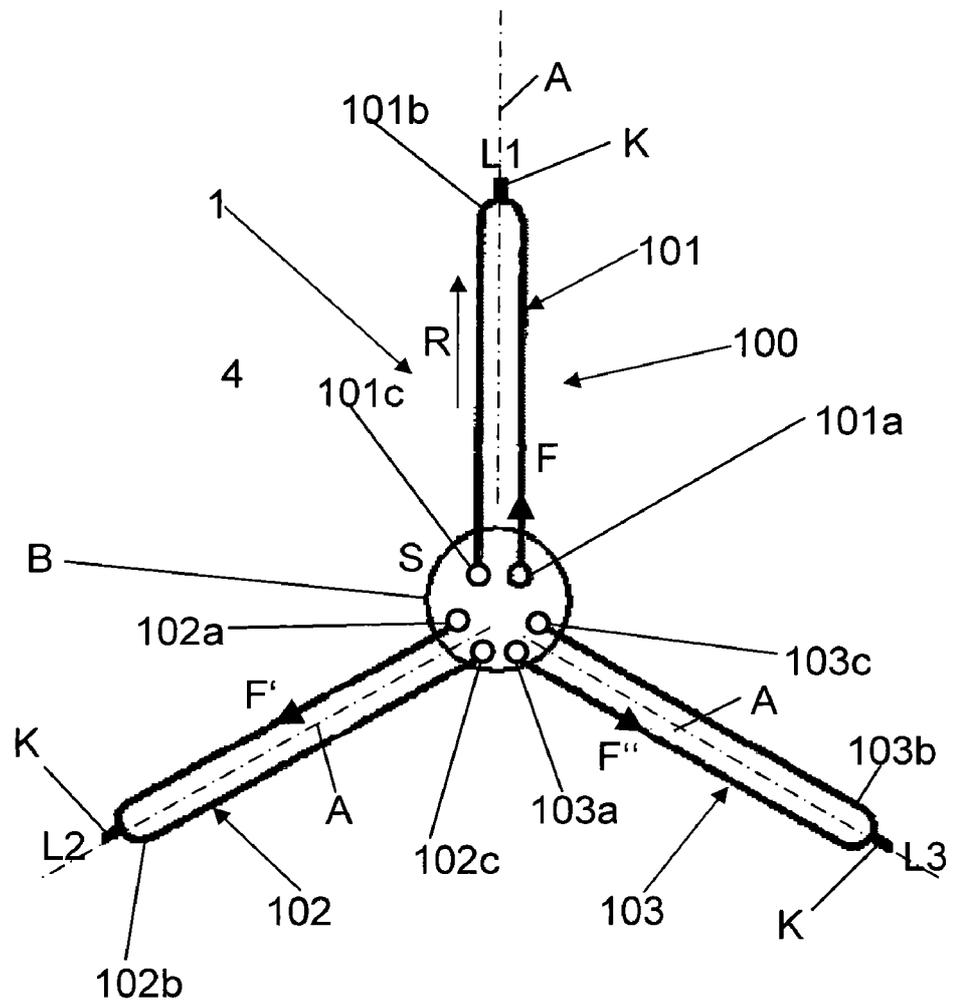
14. Устройство по одному из предыдущих пп., отличающееся тем, что несколько или все трубопроводы (100) находятся друг с другом в последовательном гидравлическом соединении, так что текучая среда (F) протекает по ним поочередно.

15. Устройство по одному из предыдущих пп., отличающееся тем, что несколько или все трубопроводы (100) конфигурированы параллельно, так что текучая среда (F) распределена по этим параллельно конфигурированным трубопроводам (100).

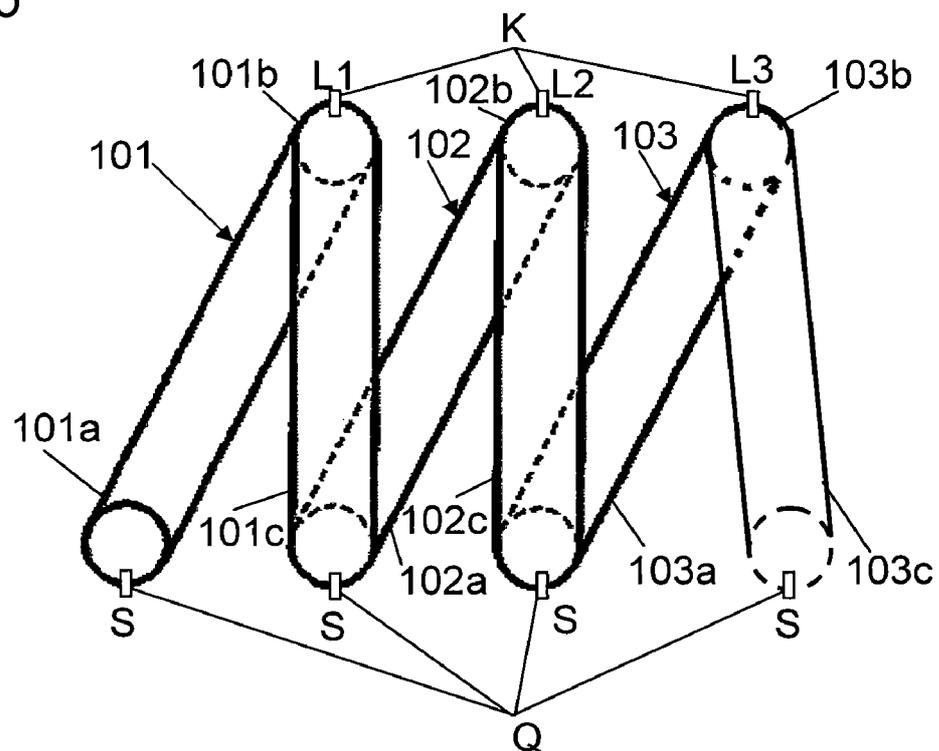
16. Способ нагрева текучей среды (F) с применением устройства по одному из пп.1-15, при этом текучая среда протекает по трубопроводам устройства и нагревается в них, при этом трубопроводы нагревают многофазным переменным током, текущим в этих трубопроводах, так что в трубопроводах создается Джоулево тепло, которое передается текучей среде, так что при протекании по трубопроводам эта текучая среда нагревается, и при этом в качестве текучей среды нагревают предварительно подогретую смесь из углеводородов и пара для разложения углеводородов.

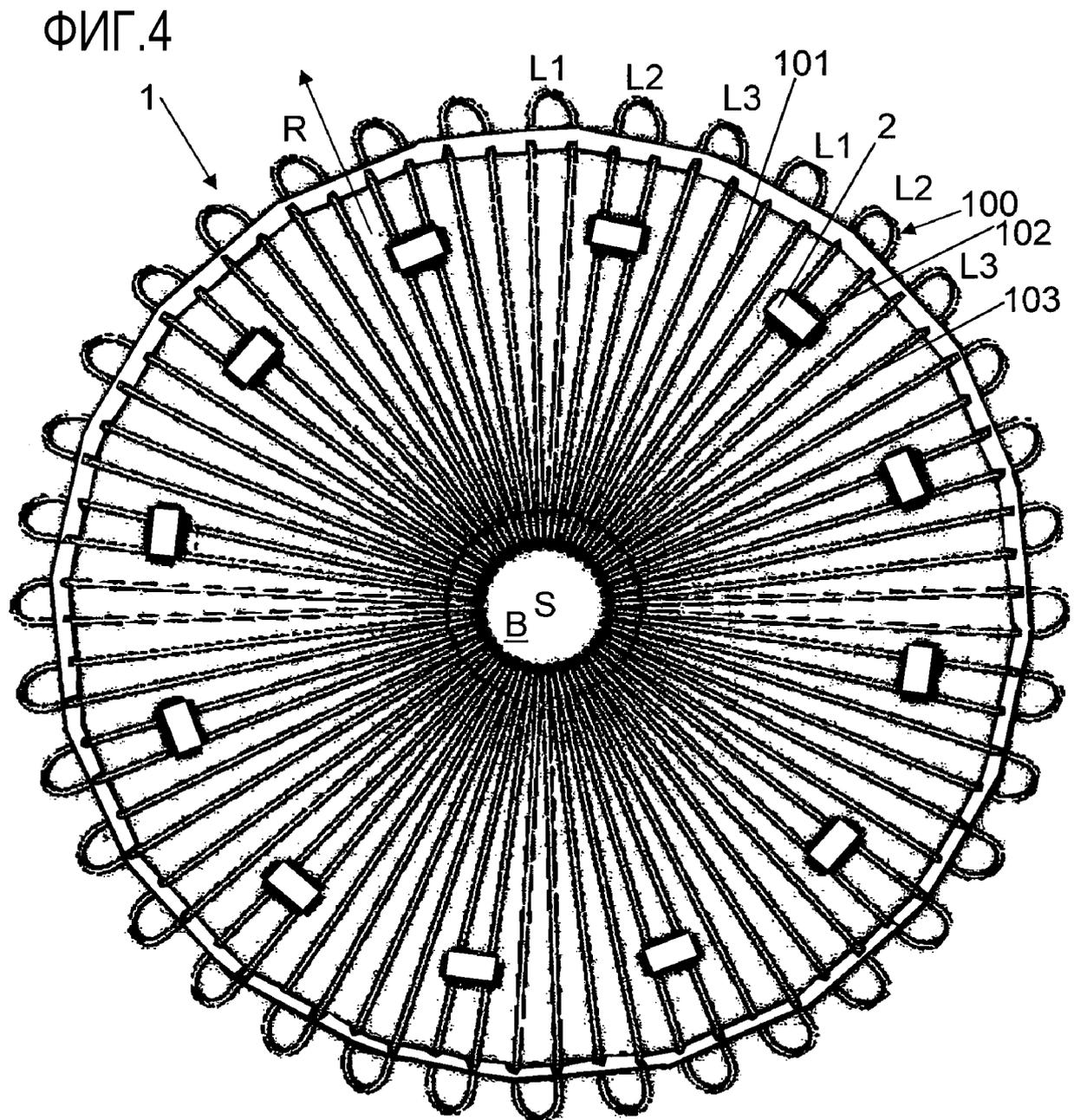
По доверенности

ФИГ.2

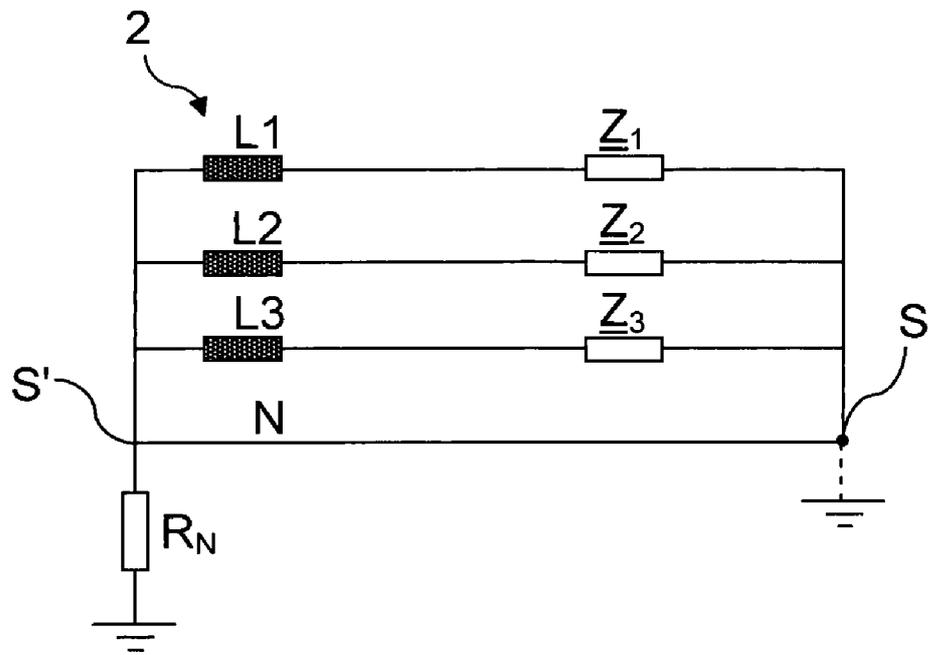


ФИГ.3





ФИГ.5



ФИГ.6

