

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202190515** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2021.06.24

(51) Int. Cl. **F24H 1/10** (2006.01)
F16L 53/37 (2018.01)
C10G 35/02 (2006.01)
C10G 9/36 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.08.15

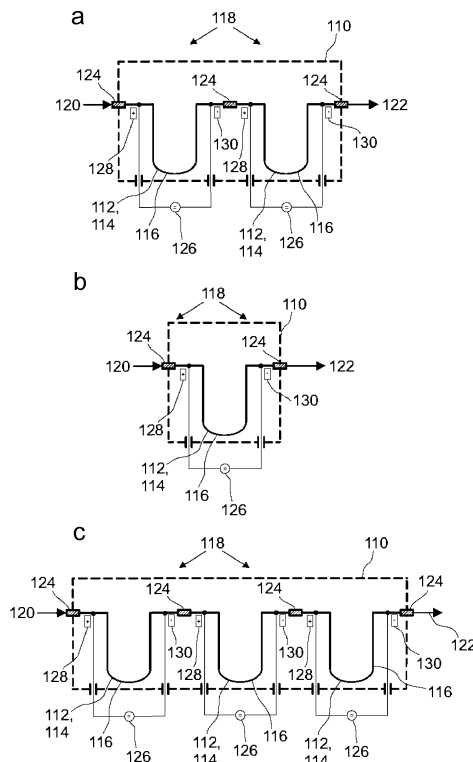
(54) **УСТРОЙСТВО И СПОСОБ НАГРЕВА ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ В ТРУБОПРОВОДЕ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ**

(31) **18189370.2**
(32) **2018.08.16**
(33) **EP**
(86) **PCT/EP2019/071972**
(87) **WO 2020/035575 2020.02.20**
(71) Заявитель:
БАСФ СЕ (DE)

(72) Изобретатель:
**Кохендёрфер Киара Энне, Лайб
Генрих, Шустов Андрей, Кюн Хайнц-
Йюрген, Энне Эрик, Якоб Райнер (DE)**

(74) Представитель:
Беляева Е.Н. (BY)

(57) Предложено устройство (110) для нагрева текучей среды. Устройство содержит по меньшей мере один электропроводящий трубопровод (112) и/или по меньшей мере один электропроводящий элемент (114) трубопровода для приема текучей среды и по меньшей мере один источник (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем к каждому трубопроводу (112) и/или к каждому элементу (114) трубопровода соответственно присоединен источник (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом (112) и/или с соответствующим элементом (114) трубопровода, причем соответствующий источник (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнен таким образом, что в соответствующем трубопроводе (112) и/или в соответствующем элементе (114) трубопровода вырабатывается электрический ток, который нагревает соответствующий трубопровод (112) и/или соответствующий элемент (114) трубопровода для нагрева текучей среды джоулевым теплом, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы.



A1

202190515

202190515

A1

Устройство и способ нагрева текучей среды в трубопроводе постоянным током

Изобретение касается устройства и способа нагрева текучей среды в трубопроводе.

Такие устройства принципиально известны. Например, WO 2015/197181 A1 описывает устройство для нагрева текучей среды с, по меньшей мере, одним электропроводящим трубопроводом для приема текучей среды и, по меньшей мере, одним источником напряжения, соединенным, по меньшей мере, с одним трубопроводом. По меньшей мере, один источник напряжения выполнен с возможностью выработки электрического тока, по меньшей мере, в одном трубопроводе, который нагревает, по меньшей мере, один трубопровод для нагрева текучей среды. Источник напряжения содержит, по меньшей мере, M внешних проводников, причем M означает натуральное число, больше или равное двум. Один источник напряжения выполнен, по меньшей мере, таким образом, что внешние проводники вырабатывают переменное напряжение. Эти переменные напряжения сдвинуты по фазе по отношению друг к другу на $2\pi/M$. Внешний проводник соединен, по меньшей мере, с одним электропроводящим трубопроводом с возможностью образования соединения по схеме звезды.

Приспособления для нагрева текучей среды в трубопроводе принципиально известны. Например, FR 2 831154 A1 описывает электрический нагрев для поддержки экзотермических окислительных реакций и эндотермических реакций пиролиза при высоких температурах в углеводородном реакторе риформинга непрерывного действия. US 2014/238523 A1 описывает устройство для нагрева системы трубопроводов, содержащее, по меньшей мере, два трубопровода вдоль которых простирается электрический элемент с нагревом сопротивлением. US 2016/115025 A1 описывает систему и способ обеспечения химических реакций. Система может содержать электрический проводник, выполненный с возможностью приема химической смеси. Проводник напрямую соединен с источником энергии и нагревается, если источник энергии включен. Если химическая смесь находится в проводнике и источник энергии включен, то химическая смесь нагревается, и может протекать химическая реакция. CN

201135883 Y описывает трубчатый реактор мгновенного нагрева, который содержит расположенную в середине трубу реактора, изолирующий тепловой слой, покрывающий трубу реактора снаружи, и электрическое распределительное нагревательное устройство. Труба реактора напрямую соединена с электрическим распределительным нагревательным устройством. Труба реактора состоит из проводящего материала. Трубу реактора используют в качестве нагревательного элемента. FR 2722359 A1 описывает, что текучая среда проходит через равномерное центральное отверстие трубопровода, толщина стен которого равномерно увеличивается по оси. Электрический источник энергии присоединен между концами. Нагрев сопротивлением на единицу длины при увеличении толщины уменьшается, при этом необходимое распределение энергии достигается с помощью выбора подходящих размеров. US 2013/028580 A1 описывает трубопровод для транспортировки углеводородов. Трубопровод содержит полую внутреннюю трубу, которая расположена в продольном направлении для транспортировки текучей среды во внутренней трубе, и имеет электрически изолированную наружную поверхность. На внутренней трубе расположен нагревательный слой, который содержит заключенные в полимерный материал углеродные волокна. Вокруг нагревательного слоя расположен теплоизоляционный слой. Вокруг теплоизоляционного слоя расположена внешняя труба. Внешняя труба выполнена таким образом, что она выдерживает внешнее давление, по меньшей мере, 100 бар. Распорные средства удерживают внешнюю трубу на постоянном расстоянии от внутренней трубы. Источник электроснабжения подает электрический ток в нагревательный слой для нагрева внутренней трубы.

Однако известные устройства для нагрева текучей среды в трубопроводе часто являются технически сложными или используются при высоком расходе энергии. Поэтому задачей настоящего изобретения является получение устройства и способа для нагрева текучей среды, которые, по меньшей мере, не имеют недостатков известных приспособлений и способов. В частности, устройство и способ должны иметь технически простое управление и также быть экономически выгодными. В частности, устройство и способ должны быть применимы для нагрева текучей среды, которое вызывает снижение изоляции, например, при коксовании в щелевых печах.

Эту задачу решают с помощью устройства с признаками по п. 1 и способа с признаками по п. 12. Предпочтительные варианты выполнения изобретения также приведены в соответствующих зависимых пунктах формулы изобретения и ссылках зависимых пунктов формулы изобретения.

Ниже используются термины "иметь", "обнаруживать", "содержать" или "включать" или любые грамматические производные от этих терминов. Соответственно, эти термины могут относиться как к ситуациям, в которых кроме указанных признаков нет других признаков, так и к ситуациям, в которых есть один или более других признаков. Например, выражение "А имеет В", "А обнаруживает В", "А содержит В" или "А включает В" может относиться как к ситуации, в которой, кроме В в А нет другого элемента (т.е. к ситуации, в которой А состоит только из В), так и к ситуации, в которой в А помимо В есть еще один или более элементов, например, элемент С, элементы С и D или даже другие элементы.

Кроме того, следует отметить, что термины "по меньшей мере, один" и "один или более", а также грамматические производные этих или аналогичных терминов, если они используются в связи с одним или более элементами или признаками, означают, что элемент или признак может быть представлен один или более раз, и обычно используются только один раз, например, при первом упоминании признака или элемента. При последующем повторном упоминании признака или элемента соответствующий термин "по меньшей мере, один" или "один или более", как правило, больше не используют, учитывая, что признак или элемент могут быть представлены один или более раз.

Кроме того, далее используются термины "предпочтительно", "особенно", "например" или аналогичные термины в сочетании с выборочными характеристиками, не ограничиваясь в альтернативных вариантах выполнения. Таким образом признаки, которые описывают с помощью этих понятий, являются выборочными характеристиками, и не предусматривают при помощи этих характеристик ограничения сферы защиты пунктов изобретения и, в частности, независимых пунктов изобретения. Таким образом, изобретение, по выбору специалиста, может иметь и другое выполнение. Точно так же признаки, используемые "в варианте выполнения изобретения" или "в примере выполнения изобретения", понимаются как выборочные признаки, не ограничиваясь альтернативными вариантами выполнения или сферой защиты независимых

пунктов. Кроме того, должны оставаться нетронутыми все возможности комбинирования используемых признаков с другими признаками, введенными этими понятиями, будь то выборочные или невыборочные признаки.

В первом аспекте настоящего изобретения предложено устройство для нагрева текучей среды. Под "текучей средой" в рамках настоящего изобретения следует понимать газообразную и/или жидкую среду. Текучая среда может быть, например, выбрана из группы, состоящей из: воды, водного пара, воздуха для горения, углеводородной смеси, расщепляемого углеводород. Например, текучая среда может являться термически расщепляемым углеводородом, в частности, термически расщепляемой смесью углеводородов. Например, текучая среда может являться водой или водным паром и дополнительно содержать термически расщепляемый углеводород, в частности, смеси из термически расщепляемых углеводородов. Текучей среды, например, может быть предварительно нагретой смесью из термически расщепляемых углеводородов и водного пара. Другие текучие среды также являются допустимыми. Под "нагревом текучей среды" можно понимать процесс, который приводит к изменению температуры текучей среды, в частности, к повышению температуры текучей среды, например, к нагреву текучей среды. Текучая среда, например, может нагреваться при повышении температуры до заданных или заранее определенных температурных значений. Например, текучая среда может нагреваться до температуры в диапазоне 400 °C - 1200 °C.

Устройство может являться частью установки. Например, установка может быть выбрана из группы, состоящей из: парофазной крекинг-установки, парофазной печи риформинга, приспособления для дегидрирования алканов. Например, установка может быть выполнена, по меньшей мере, для осуществления способа, включающего: парофазный крекинг, парофазный риформинг, дегидрирование алканов.

Устройство, например, может являться частью парофазной крекинг-установки. Под "парофазным крекингом" можно понимать способ, в котором при термическом крекинге длинноцепочечные углеводороды, например, лигроин, пропан, бутан и этан, а также газойль и гидровоск, в присутствии водного пара превращаются в короткоцепочечные углеводороды. При парофазном крекинге можно получить водород, метан, этен и пропен в качестве основных продуктов, а

также в том числе бутены и пиролизный бензин. Парофазная крекинг-установка может быть выполнена с возможностью нагрева текучей среды до температуры в диапазоне 550 °С - 1100 °С.

Например, устройство может являться частью печи риформинга. Под "парофазным риформингом" можно понимать способ получения водорода и оксидов углерода из воды и углеродных источников энергии, в частности, таких углеводородов, как природный газ, лёгкий бензин, метанол, биогаз или биомасса. Например, текучая среда может нагреваться до температуры в диапазоне 200 °С - 400 °С, предпочтительно 400 °С - 700 °С.

Например, устройство может являться частью приспособления для дегидрирования алканов. Под "дегидрированием алканов" можно понимать способ получения алкенов дегидрированием алканов, например, дегидрированием бутана в бутены (BDH) или дегидрированием пропана в пропен (PDH). Приспособление для дегидрирования алканов может быть выполнено с возможностью нагрева текучей среды до температуры в диапазоне 400 °С - 700 °С.

Однако также допустимы другие температуры и диапазоны температур.

Устройство содержит:

- по меньшей мере, один электропроводящий трубопровод и/или, по меньшей мере, один электропроводящий элемент трубопровода для приема текучей среды, и

- по меньшей мере, один источник постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем каждый трубопровод и/или каждый элемент трубопровода снабжен соответственно источником постоянного тока и/или постоянного напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом и/или с соответствующим элементом трубопровода, причем соответствующий источник постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнен таким образом, что вырабатывается электрический ток в соответствующем трубопроводе и/или в соответствующем элементе трубопровода, который нагревает соответствующий трубопровод и/или соответствующий элемент трубопровода для нагрева текучей среды с помощью джоулевого тепла, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы.

Под трубопроводом в рамках настоящего изобретения можно понимать устройство любой формы, которое выполнено таким образом, что способно принимать и транспортировать текучую среду. Под элементом трубопровода можно понимать участок трубопровода. Трубопровод, по меньшей мере, может содержать симметричную и/или, по меньшей мере, несимметричную трубу. Геометрия и/или поверхности и/или материал трубопровод могут зависеть от транспортируемого текучей среды. Под "электрически проводящим трубопроводом" можно понимать, что трубопровод, в частности, материал трубопровода, выполнен таким образом, что способен проводить электрический ток. Трубопровод может быть выполнен в виде трубы реактора печи риформинга. Трубопровод может быть выполнен в виде трубы реактора, по меньшей мере, устройства, выбранного из группы, состоящей из: парофазной крекинг-установки, парофазной печи риформинга, приспособления для дегидрирования алканов.

Устройство может содержать множество трубопроводов и/или элементов трубопровода. Устройство может содержать L трубопроводов и/или элементов трубопровода, причем L означает натуральное число, больше или равное двум. Например, устройство может содержать, по меньшей мере, два, три, четыре, пять или также больше трубопроводов и/или элементов трубопровода. Устройство, например, может содержать до сотни трубопроводов и/или элементов трубопровода. Трубопроводы и/или элементы трубопровода могут быть выполнены идентично или различно. Трубопроводы и/или элементы трубопровода могут содержать симметричные и/или несимметричные трубы и/или их комбинации. При только симметричном выполнении устройство может содержать трубопроводы и/или элементы трубопроводов идентичного типа труб. Под "несимметричными трубами" и "комбинациями симметричных и несимметричных труб" можно понимать, что устройство может содержать любую комбинацию типов труб, которые, например, могут быть соединены любым способом параллельно или последовательно. Под "типом труб" можно понимать отличающиеся определенными признаками категорию или вид трубопровода и/или элемента трубопровода. Тип труб можно охарактеризовать, по меньшей мере, с помощью одного признака, выбранного из группы, состоящей из: горизонтального выполнения трубопровода и/или элемента трубопровода; вертикального выполнения трубопровода и/или элемента трубопровода; длины на входе (L1)

и/или на выходе (L2) и/или на переходе (L3); диаметра на входе (d1) и на выходе (d2) и/или на переходе (d3); количества n переходов; длины на переход; диаметра на переход; геометрии; поверхности; и материала. Устройство может содержать комбинацию, по меньшей мере, двух различных типов труб, которые соединены параллельно и/или последовательно. Например, устройство может содержать трубопроводы и/или элементы трубопровода различной длины на входе (L1) и/или на выходе (L2) и/или на переходе (L3). Например, устройство может содержать трубопроводы и/или элементы трубопровода с асимметрией диаметра на входе (d1) и/или на выходе (d2) и/или на переходе (d3). Например, устройство может содержать трубопроводы и/или элементы трубопровода с различным количеством переходов. Например, устройство может содержать трубопроводы и/или элементы трубопровода с переходами различной длины на переход и/или различного диаметра на переход. Принципиально могут быть использованы любые комбинации параллельно и/или последовательно всех типов труб. Устройство может содержать множество входов и/или выходов загрузки и/или производственных потоков. Под понятием "загрузка" следует понимать поток вещества, который подают в устройство. Трубопроводы и/или элементы трубопровода различных или идентичных типов труб могут быть расположены параллельно и/или последовательно с несколькими входами и/или выходами загрузки. Трубопроводы и/или элементы трубопровода могут являться различными типами труб в форме унифицированного узла и могут в зависимости от цели применения комбинироваться любым способом. С помощью применения трубопроводов и/или элементов трубопровода различных типов труб можно установить точный температурный режим, и/или согласовать реакцию при непостоянной загрузке и/или селективный выход реакцию и/или способствовать оптимизации технологического процесса. Трубопроводы и/или элементы трубопровода могут иметь идентичную или разную геометрию и/или поверхности и/или материал. Трубопроводы и/или элементы трубопровода могут быть связаны переходным соединением, и, таким образом, образуется система труб для приема текучей среды. Под "системой труб" можно понимать устройство, по меньшей мере, из двух, особенно предпочтительно соединенных друг с другом трубопроводов и/или элементов трубопровода. Система труб может содержать подводящие и отводящие трубопроводы. Система труб может содержать, по меньшей мере, одно впускное отверстие для приема текучей среды. Система труб

может содержать, по меньшей мере, одно выпускное отверстие для выпуска текучей среды. Под понятием "связаны переходным соединением" можно понимать, что трубопровод и/или элементы трубопровода соединены друг с другом флюидным соединением. Таким образом, трубопроводы и/или элементы трубопровода могут быть расположены и соединены таким образом, что текучая среда проходит трубопроводы и/или элементы трубопровода поочередно. Трубопроводы и/или элементы трубопровода могут быть соединены параллельно друг к другу, таким образом, что текучая среда может проходить, по меньшей мере, два трубопровода и/или элемента трубопровода параллельно. Трубопроводы и/или элементы трубопровода, в частности, параллельно соединенные трубопроводы и/или элементы трубопровода, могут быть выполнены с возможностью транспортировки различных текучих сред параллельно. Особенно предпочтительно для транспортировки разных потоков жидкости параллельно соединенные трубопроводы и/или элементы трубопровода могут иметь по отношению друг к другу различную геометрию и/или поверхности, и/или материал. В частности, для транспортировки текучей среды несколько или все трубопроводы и/или элементы трубопровода могут иметь параллельное расположение, таким образом текучая среда распределяется соответственно параллельно расположенным трубопроводам. Также допустимы комбинации последовательного и параллельного соединения.

Трубопроводы и/или элементы трубопровода и соответствующие подводящие и отводящие трубопроводы могут быть соединены друг с другом с возможностью проведения жидкости, причем трубопроводы и/или элементы трубопровода и подводящие и отводящие трубопроводы могут быть гальванически развязаны друг от друга. Под "гальванически развязаны друг от друга" можно понимать, что трубопроводы и/или элементы трубопровода и подводящие и отводящие трубопроводы отделены друг от друга таким образом, что между трубопроводами и/или элементами трубопровода и подводящими и отводящими трубопроводами не происходит электрической проводимости и/или допустимой электрической проводимости. Устройство может содержать, по меньшей мере, один изолятор, особенно предпочтительно множество изоляторов. Гальваническая развязка между соответствующими трубопроводами и/или элементами трубопровода и подводящими и отводящими трубопроводами может быть

обеспечено изоляторами. Изоляторы могут обеспечивать свободное прохождение текучей среды.

Под "источником постоянного тока" можно понимать приспособление, выполненное с возможностью выработки постоянного тока. Под "источником постоянного напряжения" можно понимать приспособление, выполненное с возможностью выработки постоянного напряжения. Источники постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнены с возможностью выработки постоянного тока в соответствующем трубопроводе и/или соответствующем элементе трубопровода. Под "постоянным током" можно понимать в основном постоянный электрический ток с точки зрения силы и направления. Под "постоянным напряжением" следует понимать в основном постоянное электрическое напряжение. Под "в основном постоянное" можно понимать ток или напряжение, колебания которых являются незначительными для ожидаемого эффекта.

Каждый из трубопроводов и/или каждый элемент трубопровода может иметь встроенный источник постоянного тока и/или постоянного напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом и/или с соответствующим элементом трубопровода, в частности, электрически с помощью, по меньшей мере, одного электрического соединения. Для соединения источников постоянного тока и/или постоянного напряжения и соответствующего трубопровода и/или соответствующего элемента трубопровода устройство 1 может содержать 1 - N положительных полюсов и/или проводников и 1 - N отрицательных полюсов и/или проводников, причем N означает натуральное число, больше или равное двум.

Устройство может содержать множество источников постоянного тока и/или постоянного напряжения. К каждому трубопроводу и/или к каждому элементу трубопровода соответственно может быть присоединен источник постоянного тока и/или постоянного напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом и/или с соответствующим элементом трубопровода, в частности, электрически с помощью, по меньшей мере, одного электрического соединения. Для соединения источников постоянного тока и/или постоянного напряжения и соответствующего трубопровода и/или соответствующего элемента трубопровода устройство 2 может содержать 2 - N положительных полюсов и/или проводников и 1 - N отрицательных полюсов и/или

проводников, причем N означает натуральное число, больше или равное трем. Соответствующие источники постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнены с возможностью выработки электрического тока в соответствующем трубопроводе и/или в соответствующем элементе трубопровода. Образовавшийся ток может нагревать соответствующий трубопровод и/или соответствующий элемент трубопровода с помощью джоулевого тепла, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы, для нагрева текучей среды. Под "нагревом трубопровода и/или элемента трубопровода" можно понимать процесс, который приводит к изменению температуры трубопровода и/или элемента трубопровода, в частности, к повышению температуры трубопровода и/или элемента трубопровода.

Далее устройство может содержать, по меньшей мере, одну нить накала, которая, например, может быть обмотана вокруг трубопровода и/или элемента трубопровода. Источник постоянного тока и/или постоянного напряжения может быть соединен с нитью накала. Источник постоянного тока и/или постоянного напряжения может быть выполнен с возможностью выработки тока в нити накала и, таким образом, с возможностью выработки тепла. Нить накала может быть выполнена с возможностью нагрева трубопровода и/или элемента трубопровода, в частности, с возможностью подогрева.

Источники постоянного тока и/или постоянного напряжения могут быть либо регулируемые, либо нерегулируемые. Источники постоянного тока и/или постоянного напряжения могут быть выполнены с возможностью или без возможности регулирования, по меньшей мере, одного электрического исходного параметра. Под "исходным параметром" можно понимать ток и/или значение напряжения, и/или ток и/или сигнал по напряжению. Устройство может содержать $2 - M$ различных источников постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем M означает натуральное число, больше или равное трем. Источники постоянного тока и/или постоянного напряжения могут электрически регулироваться независимо друг от друга. Так, например, в соответствующих трубопроводах вырабатывается разный ток и достигается различная температура в трубопроводах.

В другом аспекте в рамках настоящего изобретения предложен способ нагрева текучей среды. В способе используют устройство согласно изобретению. Способ включает следующие этапы:

- предоставление, по меньшей мере, одного электропроводящего трубопровода и/или по меньшей мере, одного электропроводящего элемента трубопровода для приема текучей среды;
- прием текучей среды в трубопроводе и/или элементе трубопровода;
- предоставление, по меньшей мере, одного источника постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем каждый трубопровод и/или каждый элемент трубопровода снабжен соответственно источником постоянного тока или постоянного напряжения, причем указанный источник постоянного тока или постоянного напряжения соединен с соответствующим трубопроводом и/или с соответствующим элементом трубопровода,
- выработку электрического тока в соответствующем трубопроводе и/или в соответствующем элементе трубопровода с помощью соответствующего источника постоянного тока и/или постоянного напряжения, который нагревает соответствующий трубопровод и/или соответствующий элемент трубопровода с помощью джоулевого тепла, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы, для нагрева текучей среды.

Относительно вариантов выполнения и определений можно сослаться на вышеприведенное описание. Этапы технологических процессов можно проводить в указанном порядке, причем один или более этапов, по меньшей мере, частично, также можно проводить одновременно, и причем один или более этапов можно повторять многократно. Кроме того, другие этапы можно дополнительно проводить независимо от того, упомянуты ли они в данной заявке или нет.

Текущая среда может проходить соответствующие трубопроводы и/или элементы трубопровода устройства и нагреваться в них, в то время как трубопроводы нагреваются постоянным током, подводимым в эти трубопроводы и/или элементы трубопровода из источников постоянного тока и/или постоянного напряжения, таким образом, в трубопроводах и/или элементах трубопровода вырабатывается джоулево тепло, которое передается текучей среде, и, таким образом, текучая среда нагревается во время прохождения через трубопроводы и/или элементы трубопровода.

Например, в качестве текучей среды можно нагревать термически расщепляемый углеводород, в частности, термически расщепляемую смесь углеводородов.

Например, в качестве текучей среды можно нагревать воду или водный пар, причем такую воду или такой водный пар особенно предпочтительно нагревают до температуры в диапазоне 550 °С - 700 °С, и текучая среда дополнительно содержит термически расщепляемый углеводород, особенно предпочтительно смесь из термически расщепляемых углеводородов. Нагреваемая текучая среда может быть предварительно нагретой смесью из термически расщепляемых углеводородов и водного пара.

Для примера, в качестве текучей среды предварительно нагревают или подогревают воздух для горения печи риформинга, например, до температуры в диапазоне 200 °С - 800 °С, предпочтительно 400 °С - 700 °С.

Например, трубопровод может быть выполнен в виде трубы реактора печи риформинга.

В рамках настоящего изобретения особенно предпочтительными являются следующие варианты выполнения изобретения:

Вариант выполнения 1: Устройство для нагрева текучей среды, содержащее
- по меньшей мере, один электропроводящий трубопровод и/или, по меньшей мере, один электропроводящий элемент трубопровода для приема текучей среды, и

- по меньшей мере, один источник постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем каждый трубопровод и/или каждый элемент трубопровода снабжен соответственно источником постоянного тока и/или постоянного напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом и/или с соответствующим элементом трубопровода, причем соответствующий источник постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнен таким образом, что в соответствующем трубопроводе и/или в соответствующем элементе трубопровода вырабатывается электрический ток, который нагревает соответствующий трубопровод и/или соответствующий элемент трубопровода для нагрева текучей среды с помощью джоулевого тепла, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы.

Вариант выполнения 2: Устройство по предшествующему варианту выполнения, отличающееся тем, что устройство содержит множество трубопроводов и/или элементов трубопровода, причем трубопроводы и/или элементы трубопровода связаны переходным соединением, и, таким образом, образуется система труб для приема текучей среды.

Вариант выполнения 3: Устройство по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающееся тем, что устройство содержит L трубопроводов и/или элементов трубопровода, причем L означает натуральное число, больше или равное двум, причем трубопроводы и/или элементы трубопровода содержат несимметричные трубы и/или их комбинацию.

Вариант выполнения 4: Устройство по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающееся тем, что устройство содержит L трубопроводов и/или элементов трубопровода, причем L означает натуральное число, больше или равное двум, причем устройство содержит комбинацию, по меньшей мере, двух разных типов труб, которые соединены параллельно и/или последовательно, причем тип труб можно охарактеризовать, по меньшей мере, с помощью одного признака, выбранного из группы, состоящей из: горизонтального выполнения трубопровода и/или элемента трубопровода; вертикального выполнения трубопровода и/или элемента трубопровода; длины на входе ($L1$) и/или на выходе ($L2$) и/или на переходе ($L3$); диаметра на входе ($d1$) и на выходе ($d2$) и/или на переходе ($d3$); количества n переходов; длины на переход; диаметра на переход; геометрии; поверхности; и материала.

Вариант выполнения 5: Устройство по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающееся тем, что трубопроводы и/или элементы трубопровода и соответствующие подводящие и отводящие трубопроводы соединены друг с другом с возможностью проведения жидкости, причем трубопроводы и/или элементы трубопровода и подводящие и отводящие трубопроводы гальванически развязаны друг от друга.

Вариант выполнения 6: Устройство по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающееся тем, что устройство содержит изоляторы, которые выполнены с возможностью гальванической развязки между соответствующими трубопроводами и/или элементами трубопровода и

подводящими и отводящими трубопроводами, причем изоляторы выполнены с возможностью обеспечения свободного прохождения текучей среды.

Вариант выполнения 7: Устройство по одному из предшествующих пяти вариантов выполнения, отличающееся тем, что несколько или все трубопроводы и/или элементы трубопровода имеют последовательное и/или параллельное расположение.

Вариант выполнения 8: Устройство по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающееся тем, что устройство содержит множество источников постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем источники постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнены с или без возможности регулирования, по меньшей мере, одного электрического исходного параметра.

Вариант выполнения 9: Устройство по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающееся тем, что устройство для соединения источников постоянного тока и/или постоянного напряжения и соответствующего трубопровода и/или соответствующего элемента трубопровода содержит $2 - N$ положительных полюсов и/или проводников и $2 - N$ отрицательных полюсов и/или проводников, причем N означает натуральное число, больше или равное трем.

Вариант выполнения 10: Устройство по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающееся тем, что соответствующие источники постоянного тока и/или источника постоянного напряжения выполнены идентично или различно.

Вариант выполнения 11: Устройство по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающееся тем, что устройство содержит $2 - M$ различных источников постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем M означает натуральное число, больше или равное трем, причем источники постоянного тока и/или постоянного напряжения могут быть электрически регулируемыми независимо друг от друга.

Вариант выполнения 12: Установка, содержащая, по меньшей мере, одно устройство по одному из предшествующих вариантов выполнения.

Вариант выполнения 13: Установка по предшествующему варианту выполнения, отличающаяся тем, что установка выбрана из группы, состоящей из:

парофазной крекинг-установки, парофазной печи риформинга, приспособления для дегидрирования алканов.

Вариант выполнения 14: Способ нагрева текучей среды с применением устройства по одному из предшествующих вариантов выполнения, касающихся устройства, причем способ включает следующие этапы:

- предоставление, по меньшей мере, одного электропроводящего трубопровода и/или по меньшей мере, одного электропроводящего элемента трубопровода для приема текучей среды;
- прием текучей среды в трубопроводе и/или элементе трубопровода;
- предоставление, по меньшей мере, одного источника постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем каждый трубопровод и/или каждый элемент трубопровода снабжен соответственно источником постоянного тока или постоянного напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом и/или с соответствующим элементом трубопровода,
- выработку электрического тока в соответствующем трубопроводе и/или в соответствующем элементе трубопровода с помощью соответствующего источника постоянного тока и/или постоянного напряжения, который нагревает соответствующий трубопровод и/или соответствующий элемент трубопровода с помощью джоулевого тепла, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы, для нагрева текучей среды.

Вариант выполнения 15: Способ по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающийся тем, что в качестве текучей среды нагревают термически расщепляемый углеводород, в частности, термически расщепляемую смесь углеводородов.

Вариант выполнения 16: Способ по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающийся тем, что в качестве текучей среды нагревают воду или водный пар, причем такую воду или такой водный пар особенно предпочтительно нагревают до температуры в диапазоне 550 °С - 700 °С, и текучая среда дополнительно содержит термически расщепляемый углеводород, особенно предпочтительно смесь из термически расщепляемых углеводородов, причем нагреваемая текучая среда является предварительно нагретой смесью из термически расщепляемого углеводорода и водного пара.

Вариант выполнения 17: Способ по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающийся тем, что в качестве текучей среды предварительно нагревают воздух для горения печи риформинга, например, до температуры в диапазоне 200 °С - 800 °С, предпочтительно 400 °С - 700 °С.

Вариант выполнения 18: Способ по одному из предшествующих вариантов выполнения, отличающийся тем, что трубопровод выполнен в виде труб реактора печи риформинга.

Краткое описание Фигур

Дополнительные данные и признаки изобретения приведены в следующем описании предпочтительных примеров выполнения, в частности, в сочетании с зависимыми пунктами. При этом соответствующие признаки могут осуществляться отдельно или в комбинации друг с другом. Изобретение не ограничивается примерами выполнения.

Примеры выполнения схематично представлены на Фигурах. Одинаковые номера позиций на отдельных Фигурах при этом означают элементы, которые являются одинаковыми или имеют одинаковое назначение, т.е. они соответствуют друг другу в части их назначения.

В частности, показано:

- | | |
|----------------|---|
| Фигуры 1a - 1c | схематическое изображение примеров выполнения устройства согласно изобретению; |
| Фигура 2 | схематическое изображение дополнительного примера выполнения устройства согласно изобретению; |
| Фигура 3 | схематическое изображение дополнительного примера выполнения устройства согласно изобретению; |
| Фигуры 4a и b | схематическое изображение дополнительных примеров выполнения устройства согласно изобретению; |
| Фигуры 5a - 5c | схематическое изображение примеров выполнения устройства согласно изобретению; |
| Фигура 6 | схематическое изображение дополнительного примера выполнения устройства согласно изобретению; |
| Фигура 7 | схематическое изображение дополнительного примера выполнения устройства согласно изобретению; |

- Фигуры 8a и 8b схематическое изображение дополнительных примеров выполнения устройства согласно изобретению;
- Фигуры 9Ai - Cvi схематическое изображение типов труб; и
- Фигуры 10 a - y унифицированный узел с типами труб и пример выполнения согласно изобретению комбинаций трубопроводов и/или элементов трубопровода.

Примеры выполнения

Фигуры 1a - 1c показывают соответственно схематическое изображение примера выполнения устройства 110 согласно изобретению для нагрева текучей среды. Устройство 110 содержит, по меньшей мере, один электропроводящий трубопровод 112 и/или, по меньшей мере, один электропроводящий элемент 114 трубопровода для приема текучей среды. Текучая среда может быть газообразной и/или жидкой средой. Текучая среда, например, может быть выбрана из группы, состоящей из: воды, водного пара, воздуха для горения, углеводородной смеси, расщепляемого углеводорода. Например, текучая среда может являться термически расщепляемым углеводородом, в частности, термически расщепляемой смесью углеводородов. Например, текучая среда может являться водой или водным паром и дополнительно содержать термически расщепляемый углеводород, в частности, смеси из термически расщепляемых углеводородов. Текучая среда, например, может быть предварительно нагретой смесью из термически расщепляемых углеводородов и водного пара. Другие текучие среды также являются допустимыми. Устройство 110 может быть выполнено с возможностью нагрева текучей среды, в частности, повышения температуры текучей среды. Текучая среда, например, может нагреваться при повышении температуры до заданных или заранее определенных температурных значений. Например, текучая среда может нагреваться до температуры в диапазоне 400 °C - 1200 °C.

Например, устройство 110 может являться частью установки. Например, установка может быть выбрана из группы, состоящей из: парофазной крекинг-установки, парофазной печи риформинга, приспособления для дегидрирования алканов. Например, устройство 110 может быть выполнено, по меньшей мере, для осуществления способа, включающего: парофазный крекинг, парофазный

риформинг, дегидрирование алканов. Устройство 110, например, может являться частью парофазной крекинг-установки. Парофазная крекинг-установка может быть выполнена с возможностью нагрева текучей среды до температуры в диапазоне 550 °С - 1100 °С. Например, устройство 110 может являться частью печи риформинга. Например, текучая среда может быть воздухом горения печи риформинга, который предварительно нагрет или подогрывается, например, до температуры в диапазоне 200 °С - 800 °С, предпочтительно 400 °С - 700 °С. Например, устройство 110 может являться частью приспособления для дегидрирования алканов. Приспособление для дегидрирования алканов может быть выполнено с возможностью нагрева текучей среды до температуры в диапазоне 400 °С - 700 °С. Однако также допустимы другие температуры и диапазоны температур.

Трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода могут быть выполнены с возможностью приема и транспортировки текучей среды. Трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода могут содержать, по меньшей мере, одно колено 116 или один изгиб. Трубопровод 112, по меньшей мере, может содержать, по меньшей мере, одну симметричную и/или, по меньшей мере, одну несимметричную трубу. Фигура 1с показывает вариант выполнения с тремя симметричными трубопроводами 112 и/или элементами 114 трубопровода. Геометрия и/или поверхности и/или материал трубопровода 112 могут зависеть от транспортируемой текучей среды. Трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода могут быть выполнены с возможностью проведения электрического тока. Трубопровод 112 может быть выполнен в виде трубы реактора печи риформинга.

Фигура 1b показывает пример выполнения, в котором устройство содержит трубопровод 112. Устройство 110 может содержать множество трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода, например, как показано на Фигуре 1a, - два, или, как показано на Фигуре 1с, - три. Устройство 110 может содержать L трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода, причем L означает натуральное число, больше или равное двум. Например, устройство 110 может содержать, по меньшей мере, два, три, четыре, пять или также большее число трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода. Устройство 110, например, может содержать до ста трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода. Трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода могут быть выполнены

идентично или различно. Трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода могут быть связаны переходным соединением, и, таким образом, образуется система 118 труб для приема текучей среды. Система 118 труб может содержать подводящие и отводящие трубопроводы 112. Система 118 труб может содержать, по меньшей мере, одно впускное отверстие 120 для приема текучей среды. Система 118 труб может содержать, по меньшей мере, одно выпускное отверстие 122 для выпуска текучей среды. Фигура 1 показывает вариант выполнения, при которой трубопровод 112 и/или элементы 114 трубопровода расположены и соединены таким образом, что текучая среда проходит через трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода поочередно.

Трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода и соответствующие подводящие и отводящие трубопроводы могут быть соединены друг с другом с возможностью проведения жидкости, причем трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода и подводящие и отводящие трубопроводы могут быть гальванически развязаны друг от друга. Устройство 110 может содержать, по меньшей мере, гальваническая развязка, особенно предпочтительно, по меньшей мере, один изолятор 124, более предпочтительно множество изоляторов 124. Гальваническая развязка между соответствующими трубопроводами 112 и/или элементами 114 трубопровода и подводящими и отводящими трубопроводами может быть обеспечена изоляторами 124. Изоляторы 124 могут обеспечивать свободное прохождение текучей среды.

Устройство 110 содержит, по меньшей мере, один источник 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения. Устройство 110 может содержать множество источников 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения, например, как представлено на Фигуре 1с в виде примеров. Устройство 110 может содержать 2 - М различных источников 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем М означает натуральное число, больше или равное трем. Источник 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения связан с соответствующим трубопроводом 112 и/или соответствующим элементом 114 трубопровода, в частности, электрически с помощью, по меньшей мере, одного электрического соединения. Для соединения источников 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения и соответствующего трубопровода 112 и/или соответствующего элемента 114

трубопровода устройство 110 может содержать 2 - N положительных полюсов и/или проводников 128 и 2 - N отрицательных полюсов и/или проводников 130, причем N означает натуральное число, больше или равное трем. Источники 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения могут быть либо регулируемые, либо нерегулируемые. Источники 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения могут иметь или не иметь возможность регулирования, по меньшей мере, одного электрического исходного параметра. Источники 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения могут электрически регулироваться независимо друг от друга. Так, например, в соответствующих трубопроводах 112 вырабатывается разный ток и достигается различная температура в трубопроводах 112.

Соответствующие источники 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнены с возможностью выработки электрического тока в соответствующем трубопроводе 112 и/или в соответствующем элементе 114 трубопровода. Образовавшийся ток может нагревать соответствующий трубопровод 112 и/или соответствующий элемент 114 трубопровода с помощью джоулевого тепла, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы, для нагрева текучей среды.

Фигуры 5a - 5c показывают соответственно схематическое изображение примера выполнения устройства 110 согласно изобретению для нагрева текучей среды, причем в примерах выполнения Фигур 5a - 5c далее соответственно представлена реакционная камера 111 устройства 110. Относительно дополнительных элементов Фигуры 5a ссылка может быть приведена на Фигуру 1a. Относительно дополнительных элементов Фигуры 5b ссылка может быть приведена на Фигуру 1b. Относительно дополнительных элементов Фигуры 5c ссылка может быть приведена на Фигуру 1c.

Фигура 2 показывает дополнительный вариант выполнения устройства 110 согласно изобретению. Относительно выполнения устройства ссылка приведена на описание, касающееся Фигуры 1, со следующими особенностями. В этом варианте выполнения устройство 110 содержит трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода с тремя коленами 116 или изгибами, которые соединены по текучей среде. Устройство содержит впускное отверстие 120 и выпускное отверстие 122. Текучая среда может проходить трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода

от впускного отверстия 120 к выпускному отверстию 122 последовательно. Для гальванической развязки устройство 110 может содержать изоляторы 124, например, два изолятора 124, представленные на Фигуре 2. В этом варианте выполнения устройство 110 содержит один источник 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения. Для соединения источников 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения и соответствующего трубопровода 112 и/или соответствующего элемента 114 трубопровода устройство 110 может содержать положительный полюс и/или проводник 128 и отрицательный полюс и/или проводник 130.

Фигура 6 показывает соответственно схематическое изображение примера выполнения устройства 110 согласно изобретению для нагрева текучей среды, причем в примерах выполнения Фигуры 6 далее соответственно представлена реакционная камера 111 устройства 110. Относительно дополнительных элементов Фигуры 6 может быть приведена ссылка на описание Фигуры 2.

Фигура 3 показывает дополнительный вариант выполнения устройства 110 согласно изобретению. Относительно выполнения устройства ссылка приведена на описание, касающееся Фигуры 1, со следующими особенностями. В варианте выполнения устройство 110 на Фигуре 3 содержит трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода с коленом 116 или изгибом. Для гальванической развязки устройство 110 может содержать изоляторы 124, например, два изолятора 124, представленные на Фигуре 3. В этом варианте выполнения устройство 110 содержит один источник 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения. Далее устройство 110 может содержать, по меньшей мере, нить 132 накала, которая, например, может быть обмотана вокруг трубопровода и/или элемента трубопровода. Источник 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения может быть соединен с нитью 132 накала. Источник 126 постоянного тока и/или постоянного напряжения может быть выполнен с возможностью выработки тока в нити 132 накала и, таким образом, тепла. Нить 132 накала может быть выполнена с возможностью нагрева трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода.

Фигура 7 показывает соответственно схематическое изображение примера выполнения устройства 110 согласно изобретению для нагрева текучей среды, причем в примерах выполнения Фигуры 7 далее соответственно представлена

реакционная камера 111 устройства 110. Относительно дополнительных элементов Фигуры 7 может быть приведена ссылка на описание Фигуры 3.

В примере выполнения Фигур 1 а и 1с трубопроводы 112 расположены последовательно. Фигуры 4а и 4б показывают варианты выполнения с параллельно соединенными трубопроводами 112 и/или элементами 114 трубопровода, на Фигуре 4а – с двумя параллельными трубопроводами 112 и/или элементами 114 трубопровода, и на Фигуре 4б – с 3 параллельными трубопроводами 112 и/или элементами 114 трубопровода. Также допустимо другое количество параллельных трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода. На Фигурах 4а и 4б устройство 110 содержит впускное отверстие 120 и выпускное отверстие 122. Трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода могут быть соединены относительно друг друга таким образом, что текучая среда может проходить через, по меньшей мере, два трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода параллельно. Параллельно соединенные трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода могут иметь по отношению друг к другу разную геометрию и/или поверхности и/или материалы. Например, параллельно соединенные трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода могут иметь разное количество колен 116 или изгибов.

Фигуры 8а и 8б показывают схематическое изображение примера выполнения устройства 110 согласно изобретению для нагрева текучей среды, причем в примерах выполнения Фигур 8а и 8б далее соответственно представлена реакционная камера 111 устройства 110. Относительно дополнительных элементов Фигуры 8а ссылка может быть приведена на Фигуру 4а. Относительно дополнительных элементов Фигуры 8б ссылка может быть приведена на Фигуру 4б.

Устройство может содержать симметричные и/или несимметричные трубы и/или их комбинации. При только симметричном выполнении устройство 110 может содержать трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопроводов идентичного типа труб. Устройство 110 может содержать любую комбинацию типов труб, которые, например, могут быть соединены любым способом параллельно или последовательно. Тип труб можно охарактеризовать, по меньшей мере, с помощью одного признака, выбранного из группы, состоящей из: горизонтального выполнения трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода;

вертикального выполнения трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода; длины на входе (L1) и/или на выходе (L2) и/или на переходе (L3); диаметра на входе (d1) и на выходе (d2) и/или на переходе (d3); количества n переходов; длины на переход; диаметра на переход; геометрии; поверхности; и материала. Альтернативно или дополнительно тип труб может быть выбран из, по меньшей мере, одного трубопровода 112 и/или, по меньшей мере, одного элемента 114 трубопровода с или без гальванической развязки и/или заземления 125. Гальваническая развязка может быть выполнена, например, с применением изолятора 124. Например, может быть предусмотрена гальваническая развязка на впускном отверстии 120 трубопровода 112 и/или элементе 114 трубопровода, и гальваническая развязка на выпускном отверстии 122 трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода. Например, может быть предусмотрена гальваническая развязка на впускном отверстии 120 трубопровода 112 и/или элементе 114 трубопровода и заземление 125 на выпускном отверстии 122 трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода. Например, может быть предусмотрена гальваническая развязка только на впускном отверстии 120 трубопровода 112 и/или элементе 114 трубопровода. Например, может быть предусмотрено заземление 125 только на впускном отверстии 120 трубопровода 112 и/или элементе 114 трубопровода. Например, трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода не иметь заземления 125 на впускном отверстии 120 и выпускном отверстии 122 и/или не иметь гальванической развязки на впускном отверстием 120 и выпускном отверстием 122. Альтернативно или дополнительно тип труб можно охарактеризовать с помощью направления текучей среды. Текучая среда может принципиально протекать в двух направлениях, которые называют как первое и второе направление потока. Первое и второе направление потока могут быть противоположными. Альтернативно или дополнительно тип труб можно охарактеризовать с помощью загрузки трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода с постоянным током. Например, подача постоянного тока может осуществляться в любом месте трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода, по меньшей мере, между двумя отрицательными полюсами и/или проводниками. Например, подача может осуществляться в середине между двумя отрицательными полюсами, таким образом, сопротивление трубопровода 112 и/или элементов 114 трубопровода разделяется на два частичных сопротивления R1 и R2. Одна половина постоянного тока может направляться к первому

отрицательному полюсу, а вторая половина - ко второму отрицательному полюсу. Подача также может осуществляться в любом месте между отрицательными полюсами/проводниками, таким образом, получают различные частичные сопротивления. Например, подачу постоянного тока осуществляют через отрицательный полюс и/или проводник и положительный полюс и/или проводник на трубопроводе 112 и/или элементе 114 трубопровода. Например, постоянный ток может протекать от положительного до отрицательного полюса, и трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода можно рассматривать в качестве общего активного сопротивления R . При этом возможны любые комбинации типов труб.

Фигуры 9A_i - C_iv показывают в виде примеров возможные варианты выполнения типов труб в схематическом изображении. При этом на Фигурах 9A_i - C_iv соответственно указан тип труб. Он может подразделяться на следующие категории, причем возможны все допустимы комбинации категорий:

– Категория А указывает на форму трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода, причем А1 означает тип труб с горизонтальной формой, и А2 - тип труб с вертикальной, то есть перпендикулярной формой к горизонтальной форме.

– Категория В дает соотношение длины на входе (L1) и/или на выходе (L2) и/или диаметра на входе (d1) и/или на выходе (d2) и/или на переходе (d3), причем в унифицированном узле 138 представлены шесть различных вариантов комбинаций.

– Категория С дает соотношение длины на входе (L1) и/или на выходе (L2) и длины переходов. Здесь являются допустимыми все перемены направления тока, обозначаемые C_i в данном случае.

– Категория D указывает, выполнен ли, по меньшей мере, один трубопровод 112 и/или, по меньшей мере, один элемент 114 трубопровода с или без гальванической развязки и/или заземления 125. Гальваническая развязка может быть выполнена, например, с применением изолятора 124. D1 означает тип труб, при котором может быть предусмотрена гальваническая развязка на впускном отверстии 120 трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода, и гальваническая развязка на выпускном отверстии 122 трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода. D2 означает тип труб, при котором может быть предусмотрена гальваническая развязка на впускном отверстии 120 трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода и заземление 125 на выпускном отверстии

122 трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода. D3 означает тип труб, при котором может быть предусмотрена гальваническая развязка только на впускном отверстии 120 трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода. D4 означает тип труб, при котором может быть предусмотрено заземление 125 только на впускном отверстии 120 трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода. D5 означает тип труб, при котором трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода не имеют заземления 125 на впускном отверстии 120 и выпускном отверстии 122 и/или не имеют гальванической развязки на впускном отверстии 120 и выпускном отверстии 122. Категория E указывает направление текучей среды. Текучая среда может принципиально протекать в двух направлениях. Тип труб, при котором текучая среда направлена в первое направление потока, означает тип труб E1, и тип труб, при котором текучая среда направлена во второе направление потока, называется тип труб E2. Первое и второе направление потока могут быть противоположными.

– Категория F характеризует загрузку трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода с постоянным током. F1 означает тип труб, при котором подачу постоянного тока осуществляют в любом месте трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода, по меньшей мере, между двумя отрицательными полюсами и/или проводниками. Например, подача может осуществляться в середине между двумя отрицательными полюсами, таким образом, сопротивление трубопровода 112 и/или элементов 114 трубопровода разделяется на два частичных сопротивления R1 и R2. Одна половина постоянного тока может направляться к первому отрицательному полюсу, а вторая половина – ко второму отрицательному полюсу. Подача также может осуществляться в любом месте между отрицательными полюсами/проводниками, таким образом, могут быть получены различные частичные сопротивления. F2 означает тип труб, при котором подачу или введение постоянного тока осуществляют через отрицательный полюс и/или проводник и положительный полюс и/или проводник на трубопроводе 112 и/или элементе 114 трубопровода. Например, постоянный ток может протекать от положительного до отрицательного полюса, и трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода можно рассматривать в качестве общего активного сопротивления R. При этом возможны любые комбинации типов труб.

На Фигуре 9Ai показан трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода типа труб A1D1F2. Трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода имеют горизонтальную форму. Устройство 110 в этом варианте выполнения содержит два изолятора 124, которые расположены после впускного отверстия 120 и перед выпускным отверстием 122. Относительно дополнительных элементов Фигуры 9Ai ссылка может быть приведена на Фигуру 5b. На Фигуре 9Ai в качестве примеров представлены возможные направления потока E_i в виде двойной стрелки на впускном отверстии 120 и выпускном отверстии 122. На других Фигурах 9 впускное отверстие 120 и выпускное отверстие 122 обозначены вместе. Пример выполнения на Фигуре 9Aii показывает тип трубы A1D2F2 и отличается от Фигуры 9Ai тем, что устройство 110 содержит только изолятор 124, причем вместо второго изолятора предусмотрено заземление 125. Пример выполнения на Фигуре 9Aiii показывает тип трубы A1D3F2 и отличается от Фигуры 9Aii тем, что заземление 125 не предусмотрено. На Фигуре 9Aiv, тип труб A1D4F2, устройство 110, по сравнению с Фигурой 9Aiii, вместо изолятора содержит только заземление 125. Также возможны варианты выполнения без изолятора 124 или заземлений 125, как представлено на Фигуре 9Av, тип труб A1D5F2. Фигуры 9Ai - 9Avi показывают типы труб, при которых подачу постоянного тока осуществляют через отрицательный полюс и/или проводник и положительный полюс и/или проводник на трубопроводе 112 и/или элементе 114 трубопровода. Фигура 9Avi показывает тип труб A1 F1, при которых подачу постоянного тока осуществляют в любом месте трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода, по меньшей мере, между двумя отрицательными полюсами и/или проводниками.

На Фигуре 9Vi, тип труб ViD1F2, представлены длины на входе (L1), на выходе (L2) и на переходе (L3), как и диаметр на входе (d1), на выходе (d2) и на переходе (d3). Устройство 110 может содержать трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода различной длины на входе (L1) и/или на выходе (L2) и/или на переходе (L3), и/или диаметр на входе (d1) и/или на выходе (d2) и/или на переходе (d3). Относительно дополнительных элементов Фигуры 9Vi может быть приведена ссылка на описание Фигуры 5b. Пример выполнения на Фигуре 9Vii показывает тип трубы ViD2F2 и отличается от Фигуры 9Vi тем, что устройство 110 содержит только изолятор 124, причем вместо второго изолятора предусмотрено заземление 125. Пример выполнения на Фигуре 9Viii показывает тип трубы ViD3F2 и

отличается от Фигуры 9Вii тем, что заземление 125 не предусмотрено. На Фигуре 9Вiv, тип труб ViD4F2, устройство 110, по сравнению с Фигурой 9Вiii, вместо изолятора содержит только заземление 125. Также возможны варианты выполнения без изолятора 124 или заземлений 125, как представлено на Фигуре 9Вv, тип труб ViD5F2. Фигуры 9Vi - 9Vvi показывают типы труб, при которых подачу постоянного тока осуществляют через отрицательный полюс и/или проводник и положительный полюс и/или проводник на трубопроводе 112 и/или элементе 114 трубопровода. Фигура 9Vvi показывает тип труб ViF1, при которых подачу постоянного тока осуществляют в любом месте трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода, по меньшей мере, между двумя отрицательными полюсами и/или проводниками.

Фигура 9Ci, тип труб CiD1 F2, показывает пример выполнения, в котором устройство 110 содержит трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода с количеством n переходов, например, здесь представлено три. Переходы могут соответственно иметь разную длину $L3$, $L4$, $L5$ и/или диаметр $d3$, $d4$, $d5$. Относительно дополнительных элементов Фигуры 9Ci может быть приведена ссылка на описание Фигуры 6. Пример выполнения на Фигуре 9Cii показывает тип трубы CiD2F2 и отличается от Фигуры 9Ci тем, что устройство 110 содержит только изолятор 124, причем вместо второго изолятора предусмотрено заземление 125. Пример выполнения на Фигуре 9Cii показывает тип трубы CiD2F2 и отличается от Фигуры 9Cii тем, что заземление 125 не предусмотрено. На Фигуре 9Civ, тип труб CiD4F2, устройство 110, по сравнению с Фигурой 9Ciii, вместо изолятора содержит только заземление 125. Также возможны варианты выполнения без изолятора 124 или заземлений 125, как представлено на Фигуре 9Cv, тип труб CiD5F2. Фигуры 9Ci - 9Cvi показывают типы труб, при которых подачу постоянного тока осуществляют через отрицательный полюс и/или проводник и положительный полюс и/или проводник на трубопроводе 112 и/или элементе 114 трубопровода. Фигура 9Cvi показывает тип труб CiF1, при которых подачу постоянного тока осуществляют в любом месте трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода, по меньшей мере, между двумя отрицательными полюсами и/или проводниками.

Устройство 110 может содержать комбинацию, по меньшей мере, двух разных типов труб, которые соединены параллельно и/или последовательно.

Например, устройство 110 может содержать трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода различной длины на входе (L1) и/или на выходе (L2) и/или на переходе (L3). Например, устройство может содержать трубопроводы и/или элементы трубопровода с асимметрией диаметра на входе (d1) и/или на выходе (d2) и/или на переходе (d3). Например, устройство 110 может содержать трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода с разным количеством переходов. Например, устройство 110 может содержать трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода с переходами различной длины на переход и/или различного диаметра на переход.

Принципиально могут быть использованы любые комбинации параллельно и/или последовательно всех типов труб. Трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода могут являться разными типами труб в форме унифицированного узла 138 и могут в зависимости от цели применения комбинироваться любым способом. Фигура 10А показывает вариант выполнения унифицированного узла 138 с разными типами труб. Фигуры 10 b - у показывают примеры выполнения согласно изобретению комбинаций трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода одинаковых и/или разных типов труб. Фигура 10b показывает пример выполнения с тремя горизонтальными трубопроводами 112 и/или элементами 114 трубопровода типа труб A1, которые расположены друг над другом. Фигура 10c показывает две параллельно соединенные, вертикальные трубы типа труб A2 и подключенный последовательно трубопровод 112 и/или подключенный последовательно элемент 114 трубопровода также типа труб A2. На Фигуре 10d показано множество трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода типа труб A2, которые подключены параллельно. На Фигуре 10e представлен вариант выполнения, в котором множество типов труб категории В расположены поочередно. Трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода при этом могут быть одинаковыми или иметь различные типы труб категории В, которая обозначена как В_i. Фигура 10f показывает вариант выполнения с шестью трубопроводами 112 и/или элементами 114 трубопровода категории В, причем соответственно два трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода расположены в два параллельных звена, а два других трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода подключены последовательно. Фигура 10g показывает вариант выполнения с трубопроводами 112 и/или элементами 114 трубопровода

категории С, причем соответственно два трубопровода 112 и/или элемента 114 трубопровода подключены параллельно и трубопровод 112 и/или элемент 114 трубопровода подключены последовательно. Также возможны смешанные формы категорий А, В и С, как представлено на Фигурах 10h - m. Устройство 110 может содержать множество входов и/или выходов загрузки и/или производственных потоков. Трубопроводы 112 и/или элементы 114 трубопровода различных или идентичных типов труб могут быть расположены параллельно и/или последовательно с несколькими входами и/или выходами загрузки, как например, представлено на Фигурах 10k и 10m.

Фигуры 10n - 10p показывают примерные комбинации трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода категорий А, D и F. Фигуры 10q и 10r показывают примерные комбинации трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода категорий В, D и F. Фигура 10s показывает примерную комбинацию трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода категорий С, D и F. Фигура 10t показывает примерную комбинацию трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода категорий А, D и F. Фигура 10u показывает примерную комбинацию трубопровода 112 и/или элементов 114 трубопровода категории А, С, D и F. Фигура 10v показывает примерную комбинацию трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода категорий В, С, D и F. Фигуры 10w и 10y показывают примерные комбинации трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода категорий А, В, С, D и F. Фигура 10x показывает примерные комбинации трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода категорий А, В, D и F. Устройство 110 может содержать множество входов и/или выходов загрузки и/или потоков продукции. Трубопроводы 114 и/или элементы 114 трубопровода различных или идентичных типов труб категорий А, В, С, D, E и F могут быть расположены параллельно и/или последовательно с несколькими входами и/или выходами загрузки. Примеры большого количества входов и/или выходов загрузки и/или потоков продукции представлены на Фигурах 10o, 10p, 10r, 10s, 10v - 10y.

С помощью применения трубопроводов 112 и/или элементов 114 трубопровода различных типов труб может быть обеспечено более точное регулирование температуры и/или согласование реакции в случае изменения подачи и/или селективного выхода реакцию и/или обеспечены оптимальные условия ведения технологического процесса.

Список обозначений

- 110 устройство
- 111 реакционная камера
- 112 трубопровод
- 114 элемент трубопровода
- 116 колено
- 118 система труб
- 120 впускное отверстие
- 122 выпускное отверстие
- 124 изолятор
- 125 заземление
- 126 источник постоянного тока и/или постоянного напряжения
- 128 положительный полюс/проводник
- 130 отрицательный полюс/проводник
- 132 нить накала
- 134 первый трубопровод
- 136 второй трубопровод
- 138 унифицированный узел

Формула изобретения

1. Устройство (110) для нагрева текучей среды, содержащее

- по меньшей мере, один электропроводящий трубопровод (112) и/или, по меньшей мере, один электропроводящий элемент (114) трубопровода для приема текучей среды, и

- по меньшей мере, один источник (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем каждый трубопровод (112) и/или каждый элемент (114) трубопровода снабжен соответственно источником (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом (112) и/или с соответствующим элементом (114) трубопровода, причем соответствующий источник (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнен таким образом, что в соответствующем трубопроводе (112) и/или в соответствующем элементе (114) трубопровода вырабатывается электрический ток, который нагревает соответствующий трубопровод (112) и/или соответствующий элемент (114) трубопровода для нагрева текучей среды с помощью джоулевого тепла, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы, **отличающееся тем**, что устройство (110) содержит множество трубопроводов (112) и/или элементов (114) трубопровода, причем трубопроводы (112) и/или элементы (114) трубопровода связаны переходным соединением, и, таким образом, образуется система труб (118) для приема текучей среды.

2. Устройство (110) по предшествующему пункту, **отличающееся тем**, что устройство (110) содержит L элементов (114) трубопровода, причем L означает натуральное число, больше или равное двум, причем элементы (114) трубопровода содержат несимметричные трубы и/или их комбинацию.

3. Устройство (110) по одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что трубопроводы (112) и/или элементы (114) трубопровода и соответствующие подводящие и отводящие трубопроводы соединены друг с другом с возможностью проведения жидкости, причем трубопроводы (112) и/или

элементы (114) трубопровода и подводящие и отводящие трубопроводы гальванически развязаны друг от друга.

4. Устройство (110) по одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что устройство (110) содержит изоляторы (124), которые выполнены с возможностью гальванической развязки между соответствующими трубопроводами (112) и/или элементами (114) трубопровода и подводящими и отводящими трубопроводами, причем изоляторы (124) выполнены с возможностью обеспечения свободного прохождения текучей среды.

5. Устройство (110) по одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что несколько или все трубопроводы (112) и/или элементы (114) трубопровода имеют последовательное и/или параллельное расположение.

6. Устройство (110) по одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что устройство (110) содержит множество источников (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем источники (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнены с или без возможности регулирования, по меньшей мере, одного электрического исходного параметра.

7. Устройство (110) по предшествующему пункту, **отличающееся тем**, что устройство (110) для соединения источников (126) постоянного тока или постоянного напряжения и соответствующего трубопровода (112) и/или соответствующего элемента (114) трубопровода содержит $2 - N$ положительных полюсов и/или проводников (128) и $2 - N$ отрицательных полюсов и/или проводников (130), причем N означает натуральное число, больше или равное трем.

8. Устройство (110) по одному из двух предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что соответствующие источники (126) постоянного тока или постоянного напряжения выполнены идентично или различно.

9. Устройство (110) по предшествующему пункту, **отличающееся тем**, что устройство содержит $2 - M$ различных источников (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем M означает натуральное число, больше или равное трем, причем источник (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения могут быть электрически регулируемы независимо друг от друга.

10. Установка, содержащая, по меньшей мере, одно устройство (110) по одному из предшествующих пунктов.

11. Установка по предшествующему пункту, **отличающаяся тем**, что установка выбрана из группы, состоящей из: парофазной крекинг-установки, парофазной печи риформинга, приспособления для дегидрирования алканов.

12. Способ нагрева текучей среды с применением устройства (110) по одному из предшествующих пунктов, касающихся устройства, причем способ включает следующие этапы:

- предоставление, по меньшей мере, одного электропроводящего трубопровода (112) и/или, по меньшей мере, одного электропроводящего элемента (114) трубопровода для приема текучей среды;

- прием текучей среды в трубопроводе (112) и/или элементе (114) трубопровода;

- предоставление, по меньшей мере, одного источника (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем каждый трубопровод (112) и/или каждый элемент (114) трубопровода снабжен соответственно источником (126) постоянного тока или постоянного напряжения, причем указанный источник постоянного тока или постоянного напряжения соединен с соответствующим трубопроводом (112) и/или с соответствующим элементом (114) трубопровода,

- выработку электрического тока в соответствующем трубопроводе (112) и/или в соответствующем элементе (114) трубопровода с помощью соответствующего источника (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, который нагревает соответствующий трубопровод (112) и/или соответствующим элемент (114) трубопровода с помощью джоулевого тепла, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы, для нагрева текучей среды.

13. Способ по предшествующему пункту, **отличающийся тем**, что в качестве текучей среды нагревают термически расщепляемый углеводород, в частности, термически расщепляемую смесь углеводородов.

14. Способ по одному из предшествующих пунктов, касающихся способа, **отличающийся тем**, что в качестве текучей среды нагревают воду или водный пар,

причем такую воду или такой водный пар особенно предпочтительно нагревают до температуры в диапазоне 550 °С - 700 °С, и текучая среда дополнительно содержит термически расщепляемый углеводород, особенно предпочтительно смесь из термически расщепляемых углеводородов, причем нагреваемая текучая среда является предварительно нагретой смесью из термически расщепляемого углеводорода и водного пара.

15. Способ по одному из предшествующих пунктов, касающихся способа, **отличающийся тем**, что в качестве текучей среды предварительно нагревают воздух для горения печи риформинга, например, до температуры в диапазоне 200 °С - 800 °С, предпочтительно 400 °С - 700 °С.

**Уточненная формула изобретения, приложенная к заключению
международной предварительной экспертизы**

1. Устройство (110) для нагрева текучей среды, содержащее

- по меньшей мере, один электропроводящий трубопровод (112) и/или, по меньшей мере, один электропроводящий элемент (114) трубопровода для приема текучей среды, и

- по меньшей мере, один источник (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем каждый трубопровод (112) и/или каждый элемент (114) трубопровода снабжен соответственно источником (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, который соединен с соответствующим трубопроводом (112) и/или с соответствующим элементом (114) трубопровода, причем соответствующий источник (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнен таким образом, что в соответствующем трубопроводе (112) и/или в соответствующем элементе (114) трубопровода вырабатывается электрический ток, который нагревает соответствующий трубопровод (112) и/или соответствующий элемент (114) трубопровода для нагрева текучей среды с помощью джоулевого тепла, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы, причем устройство (110) содержит множество трубопроводов (112) и/или элементов (114) трубопровода, причем трубопроводы (112) и/или элементы (114) трубопровода связаны переходным соединением, и, таким образом, образуется система труб (118) для приема текучей среды, **отличающееся тем**, что трубопроводы (112) и/или элементы (114) трубопровода и соответствующие подводящие и отводящие трубопроводы соединены друг с другом с возможностью проведения жидкости, причем трубопроводы (112) и/или элементы (114) трубопровода и подводящие и отводящие трубопроводы гальванически развязаны друг от друга.

2. Устройство (110) по предшествующему пункту, **отличающееся тем**, что устройство (110) содержит L элементов (114) трубопровода, причем L означает натуральное число, больше или равное двум, причем элементы (114) трубопровода содержат несимметричные трубы и/или их комбинацию.

3. Устройство (110) по одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что устройство (110) содержит изоляторы (124), которые выполнены с возможностью гальванической развязки между соответствующими трубопроводами (112) и/или элементами (114) трубопровода и подводщими и отводящими трубопроводами, причем изоляторы (124) выполнены с возможностью обеспечения свободного прохождения текучей среды.

4. Устройство (110) по одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что несколько или все трубопроводы (112) и/или элементы (114) трубопровода имеют последовательное и/или параллельное расположение.

5. Устройство (110) по одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что устройство (110) содержит множество источников (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем источники (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения выполнены с или без возможности регулирования, по меньшей мере, одного электрического исходного параметра.

6. Устройство (110) по предшествующему пункту, **отличающееся тем**, что устройство (110) для соединения источников (126) постоянного тока или постоянного напряжения и соответствующего трубопровода (112) и/или соответствующего элемента (114) трубопровода содержит 2 - N положительных полюсов и/или проводников (128) и 2 - N отрицательных полюсов и/или проводников (130), причем N означает натуральное число, больше или равное трем.

7. Устройство (110) по одному из двух предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что соответствующие источники (126) постоянного тока или постоянного напряжения выполнены идентично или различно.

8. Устройство (110) по предшествующему пункту, **отличающееся тем**, что устройство содержит 2 - M различных источников (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем M означает натуральное число, больше или равное трем, причем источник (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения могут быть электрически регулируемы независимо друг от друга.

9. Установка, содержащая, по меньшей мере, одно устройство (110) по одному из предшествующих пунктов.

10. Установка по предшествующему пункту, **отличающаяся тем**, что установка выбрана из группы, состоящей из: парофазной крекинг-установки, парофазной печи риформинга, приспособления для дегидрирования алканов.

11. Способ нагрева текучей среды с применением устройства (110) по одному из предшествующих пунктов, касающихся устройства, причем способ включает следующие этапы:

- предоставление, по меньшей мере, одного электропроводящего трубопровода (112) и/или, по меньшей мере, одного электропроводящего элемента (114) трубопровода для приема текучей среды, причем трубопроводы (112) и/или элементы (114) трубопровода и соответствующие подводящие и отводящие трубопроводы соединены друг с другом с возможностью проведения жидкости, причем трубопроводы (112) и/или элементы (114) трубопровода и подводящие и отводящие трубопроводы гальванически развязаны друг от друга;

- прием текучей среды в трубопроводе (112) и/или элементе (114) трубопровода;

- предоставление, по меньшей мере, одного источника (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, причем каждый трубопровод (112) и/или каждый элемент (114) трубопровода снабжен соответственно источником (126) постоянного тока или постоянного напряжения, причем указанный источник постоянного тока или постоянного напряжения соединен с соответствующим трубопроводом (112) и/или с соответствующим элементом (114) трубопровода,

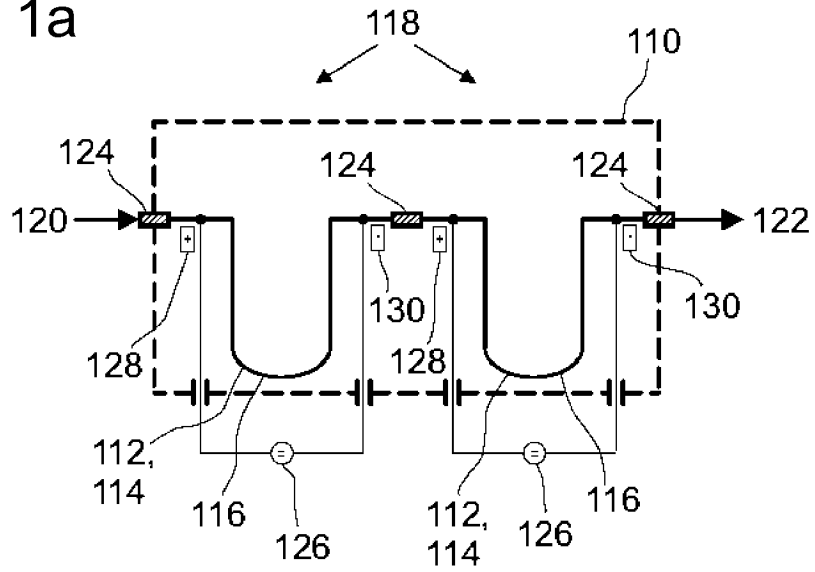
- выработку электрического тока в соответствующем трубопроводе (112) и/или в соответствующем элементе (114) трубопровода с помощью соответствующего источника (126) постоянного тока и/или постоянного напряжения, который нагревает соответствующий трубопровод (112) и/или соответствующим элемент (114) трубопровода с помощью джоулевого тепла, которое возникает при прохождении электрического тока через проводящий материал трубы, для нагрева текучей среды.

12. Способ по предшествующему пункту, **отличающийся тем**, что в качестве текучей среды нагревают термически расщепляемый углеводород, в частности, термически расщепляемую смесь углеводородов.

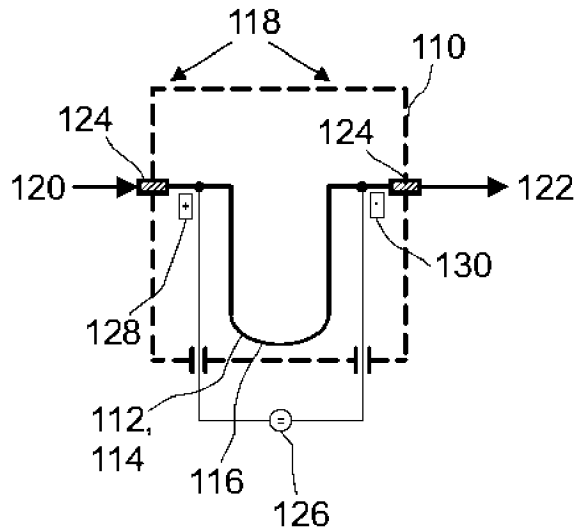
13. Способ по одному из предшествующих пунктов, касающихся способа, **отличающийся тем**, что в качестве текучей среды нагревают воду или водный пар, причем такую воду или такой водный пар особенно предпочтительно нагревают до температуры в диапазоне 550 °С - 700 °С, и текучая среда дополнительно содержит термически расщепляемый углеводород, особенно предпочтительно смесь из термически расщепляемых углеводородов, причем нагреваемая текучая среда является предварительно нагретой смесью из термически расщепляемого углеводорода и водного пара.

14. Способ по одному из предшествующих пунктов, касающихся способа, **отличающийся тем**, что в качестве текучей среды предварительно нагревают воздух для горения печи риформинга, например, до температуры в диапазоне 200 °С - 800 °С, предпочтительно 400 °С - 700 °С.

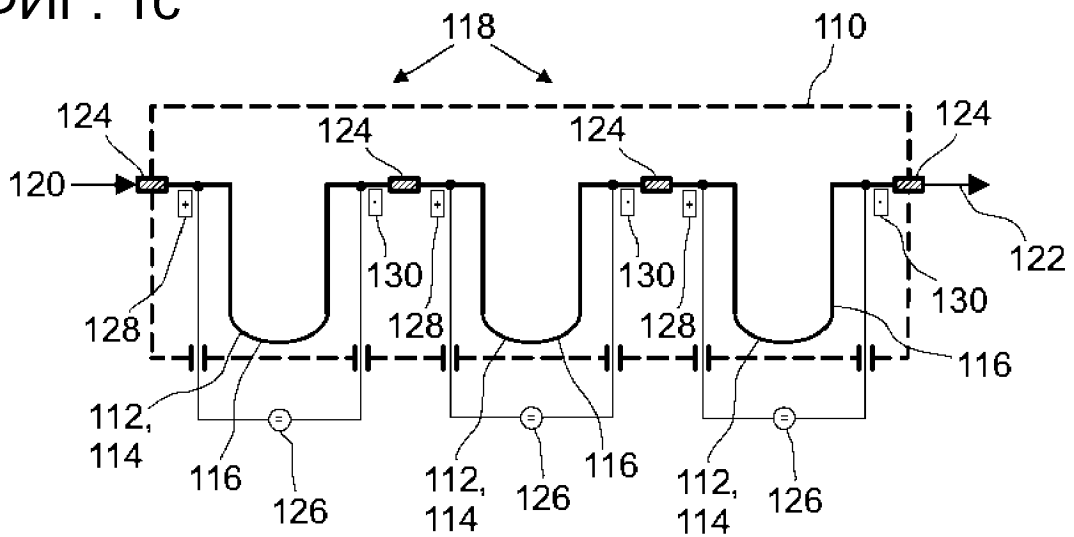
ФИГ. 1а



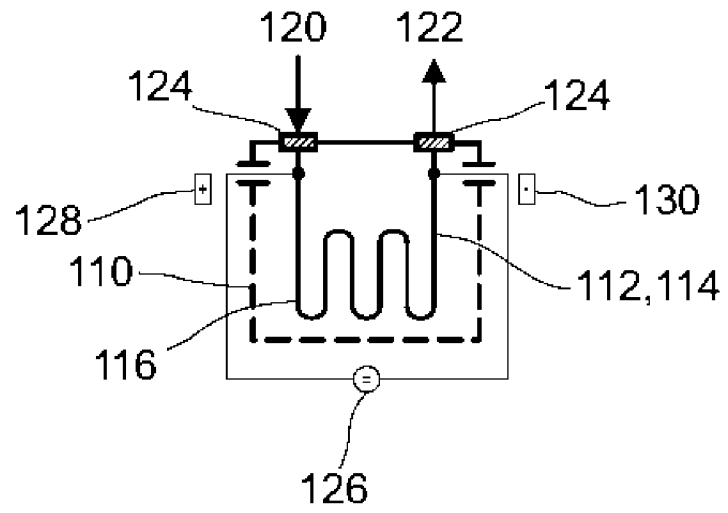
ФИГ. 1b



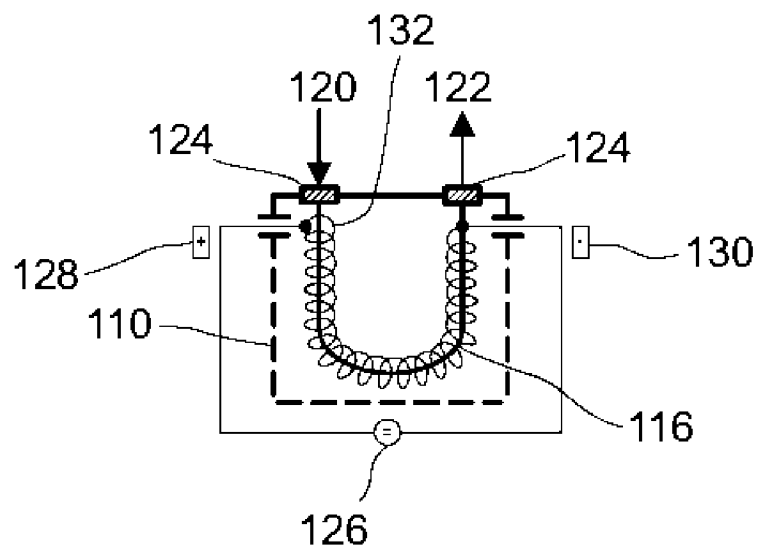
ФИГ. 1c



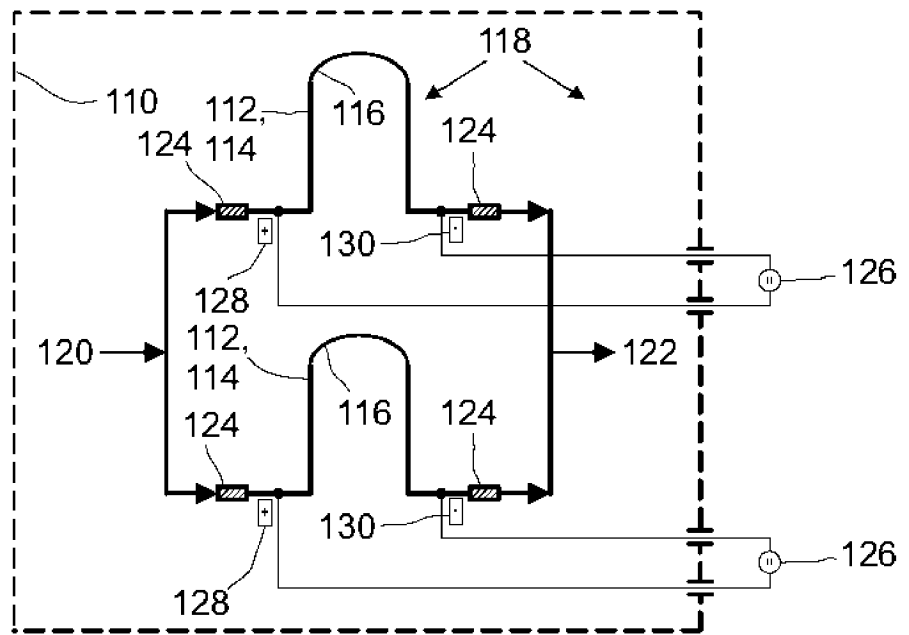
ФИГ. 2



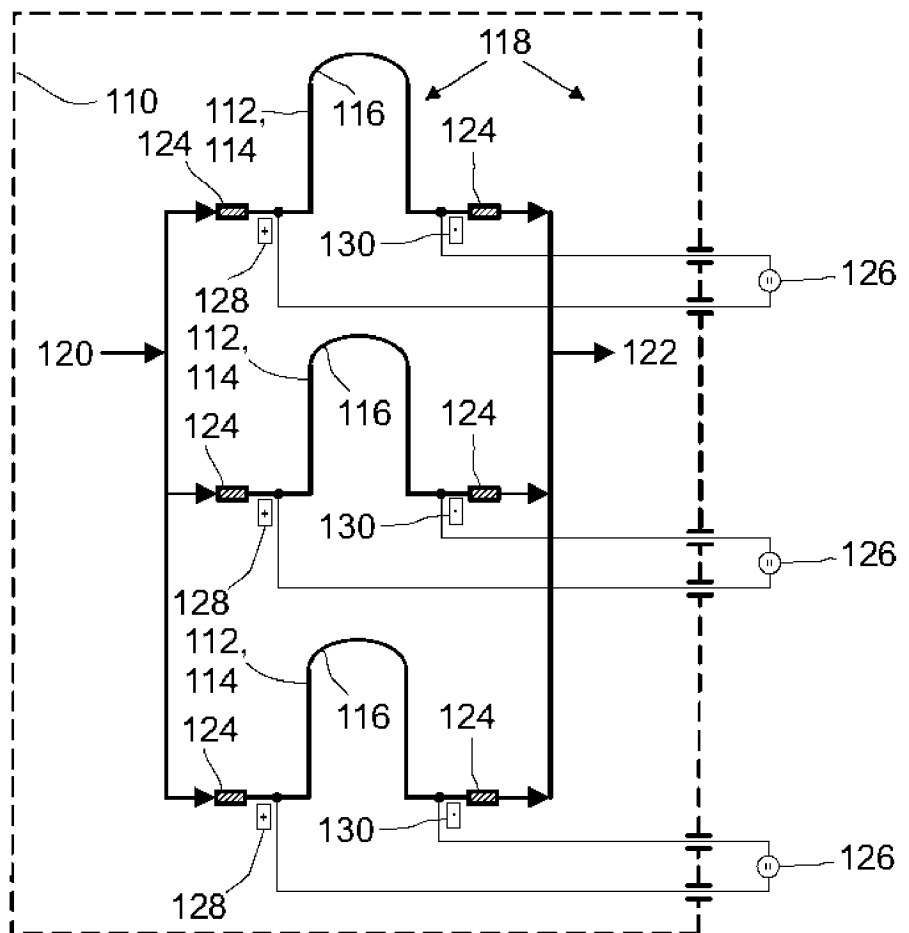
ФИГ. 3



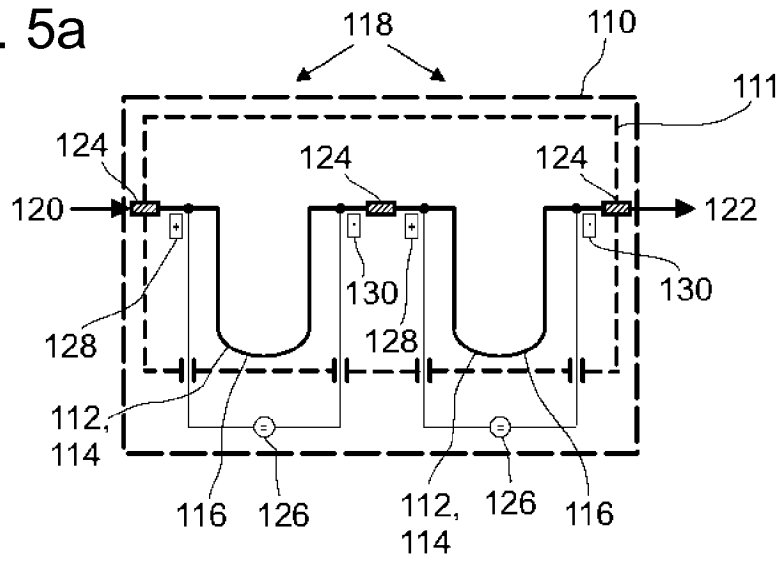
ФИГ. 4а



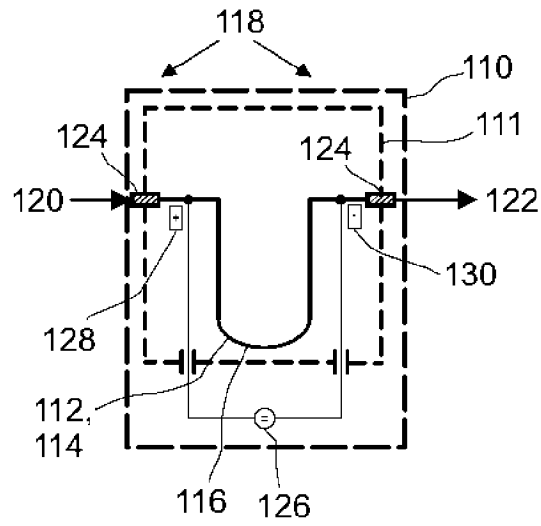
ФИГ. 4б



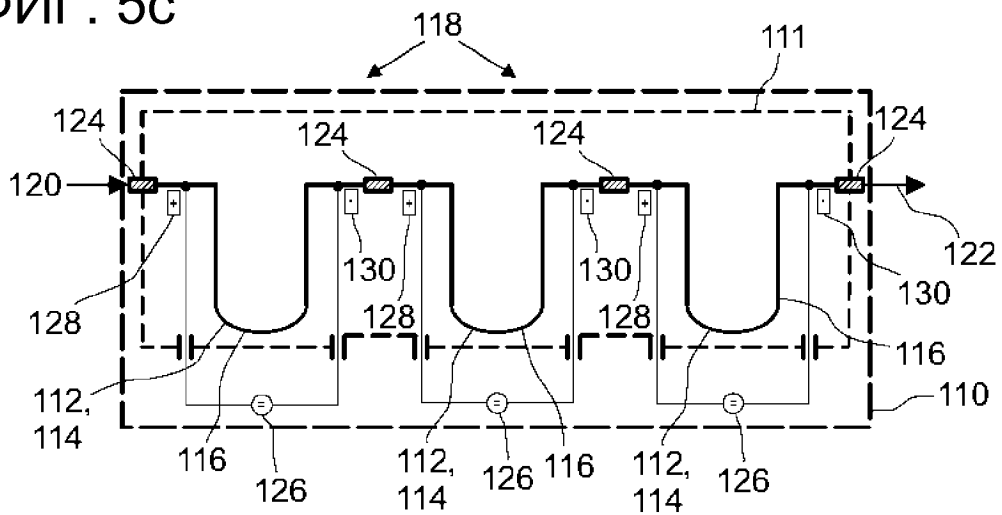
ФИГ. 5а



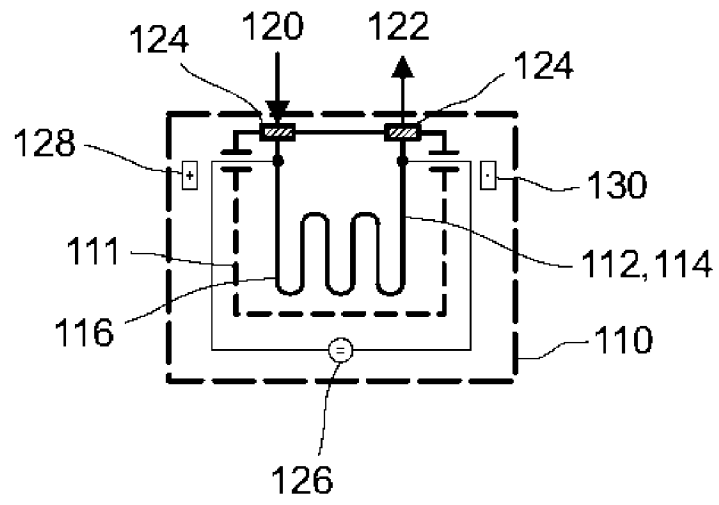
ФИГ. 5b



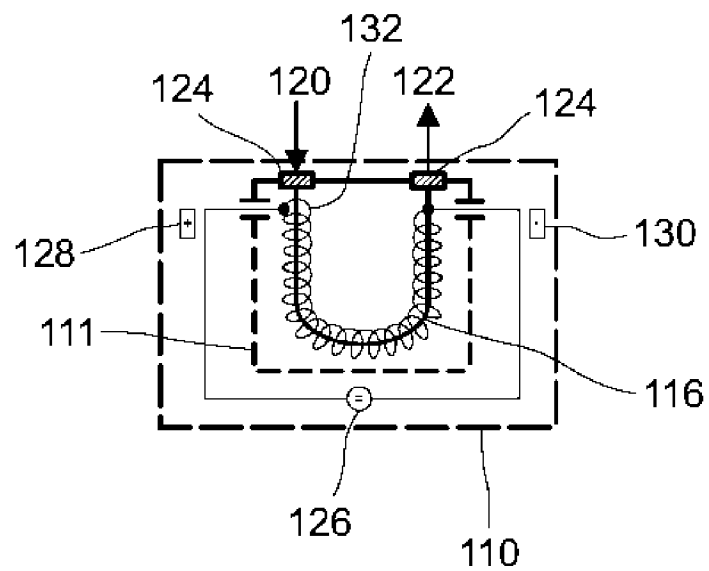
ФИГ. 5с



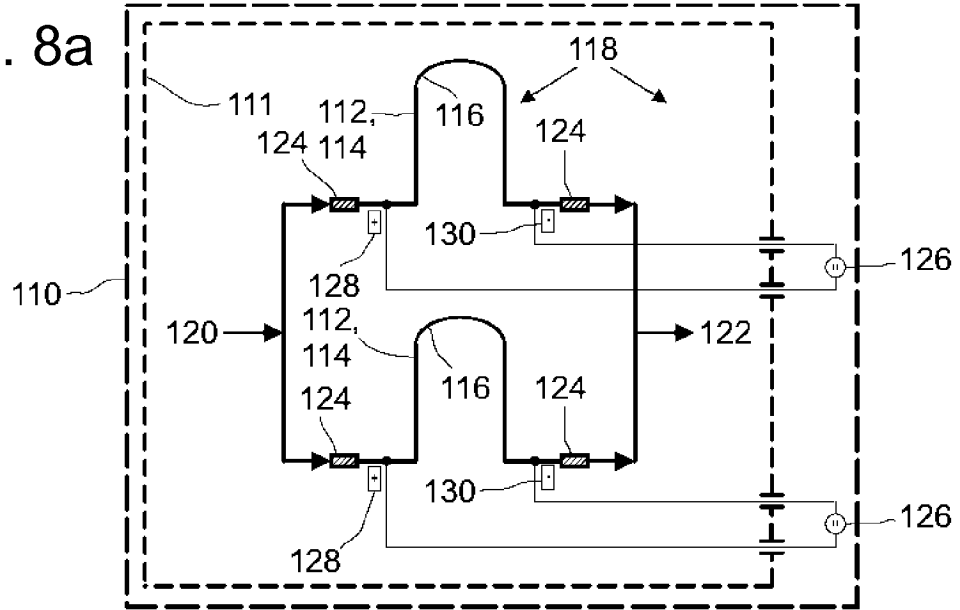
ФИГ. 6



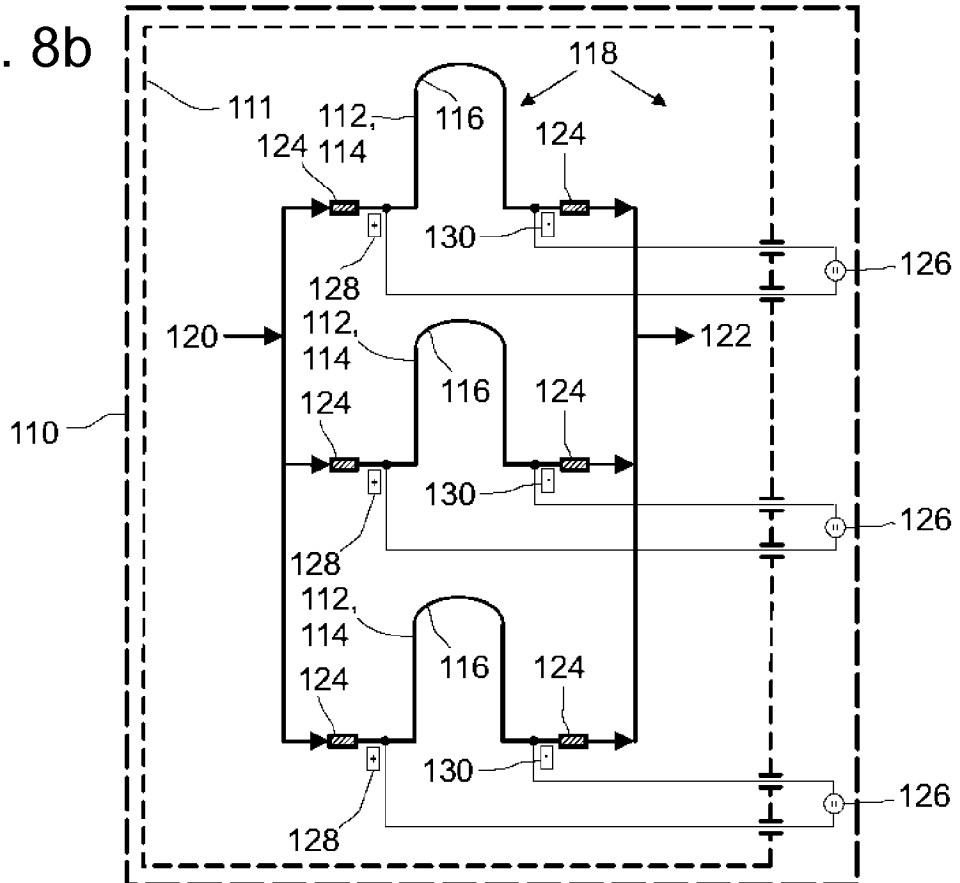
ФИГ. 7



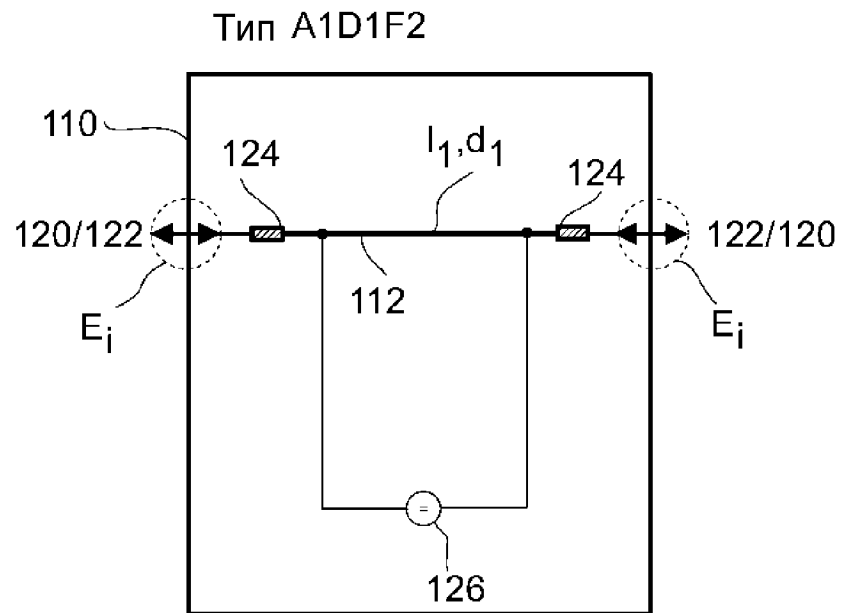
ФИГ. 8а



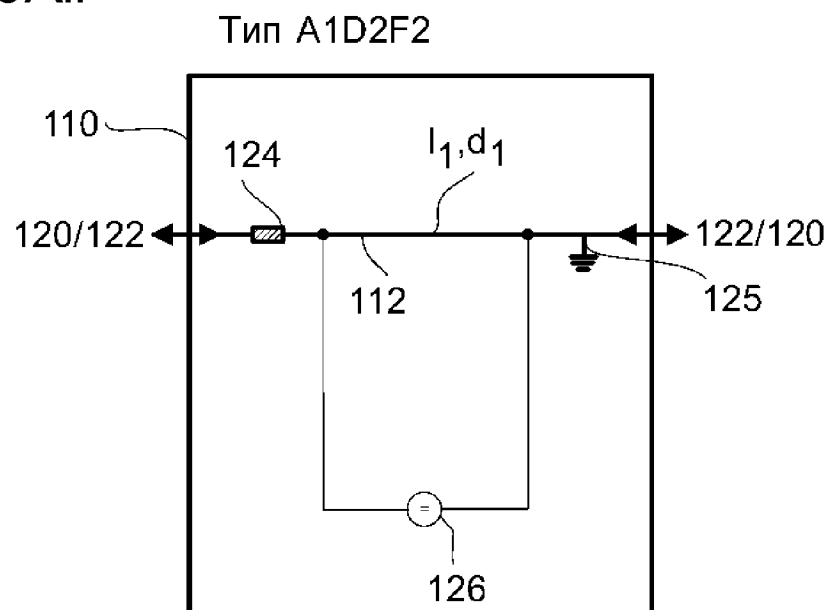
ФИГ. 8б



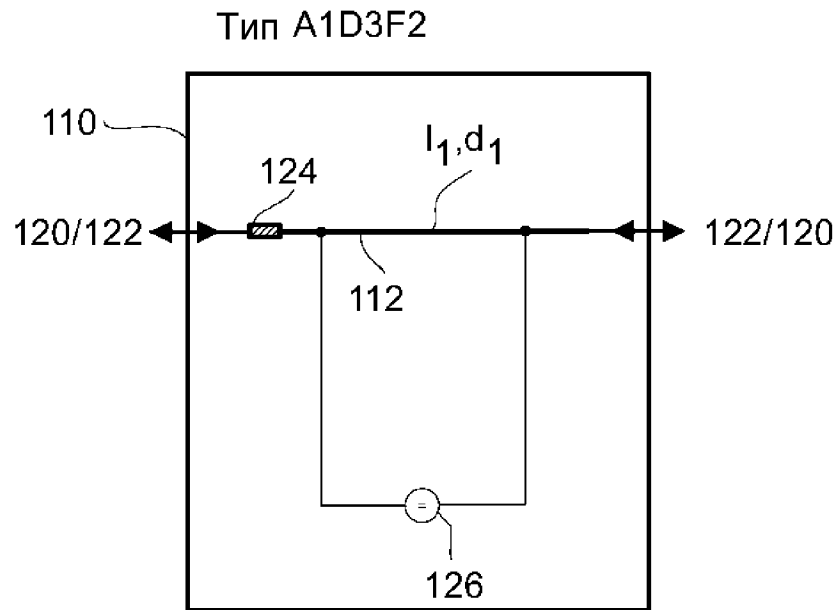
ФИГ. 9Ai



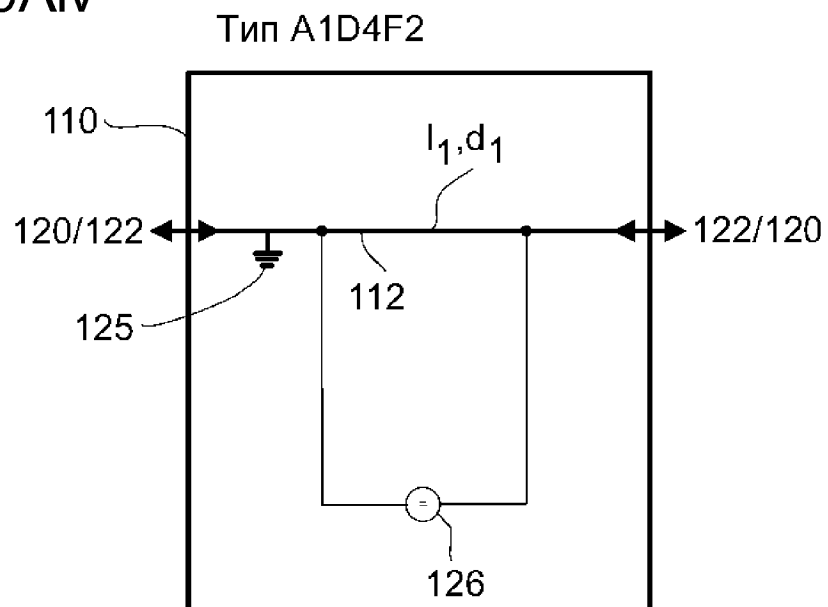
ФИГ. 9Aii



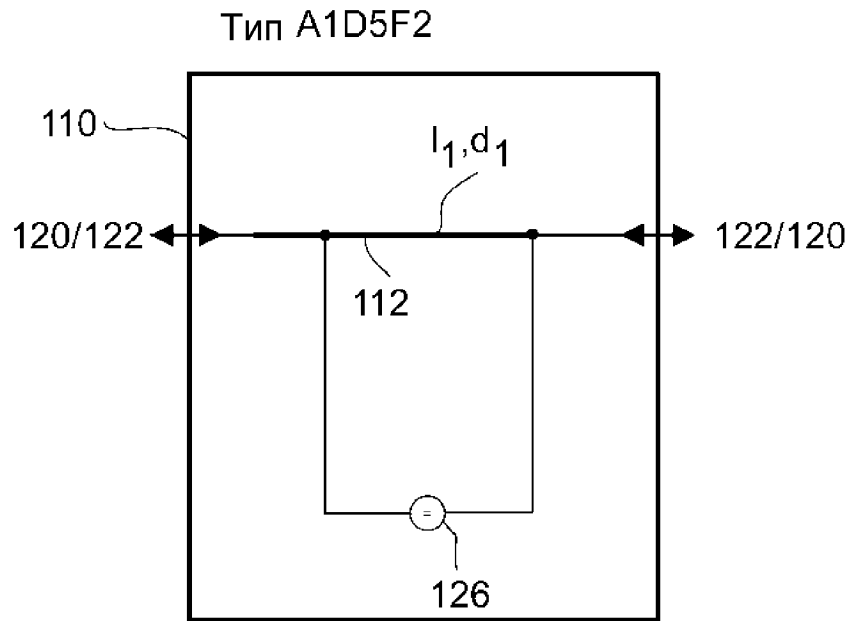
ФИГ. 9Aiii



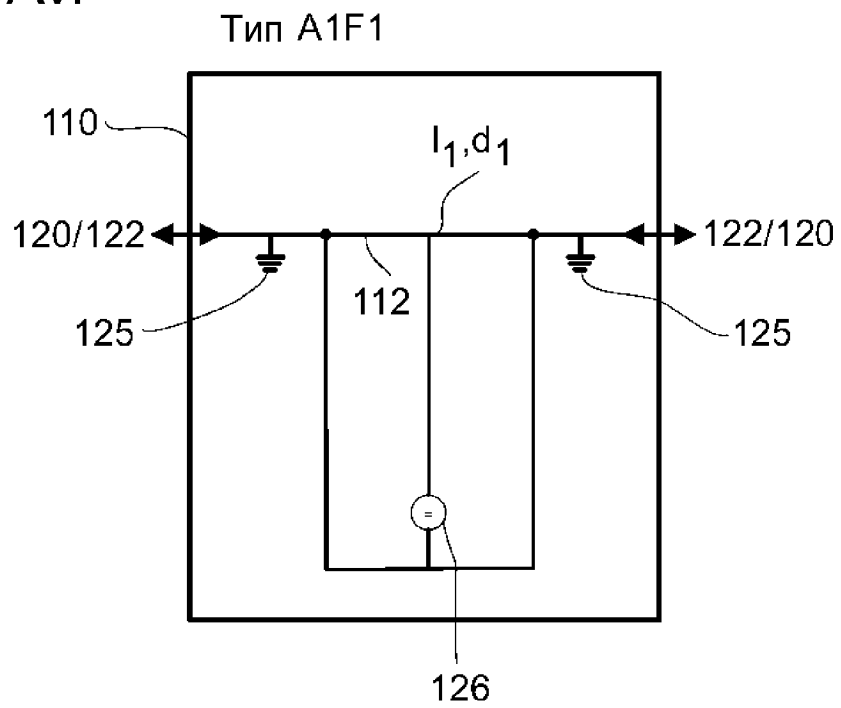
ФИГ. 9Aiv



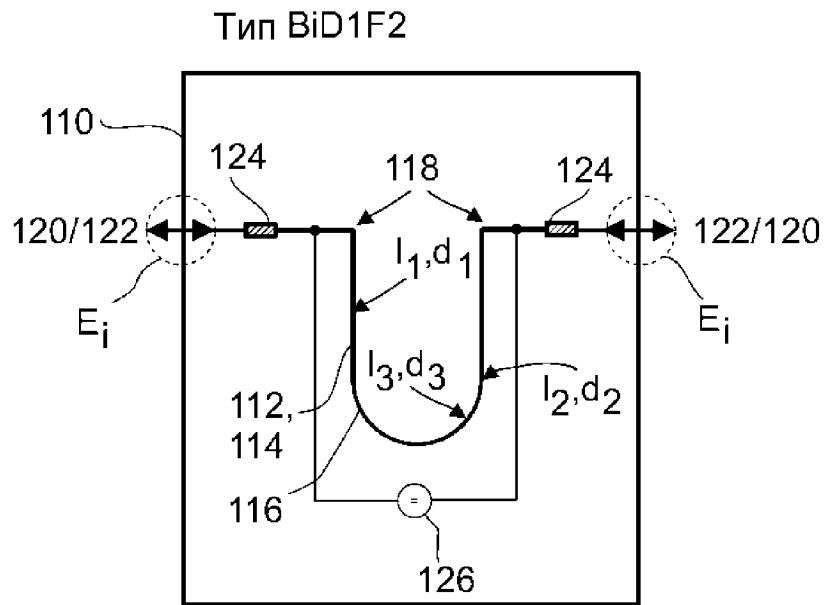
ФИГ. 9Av



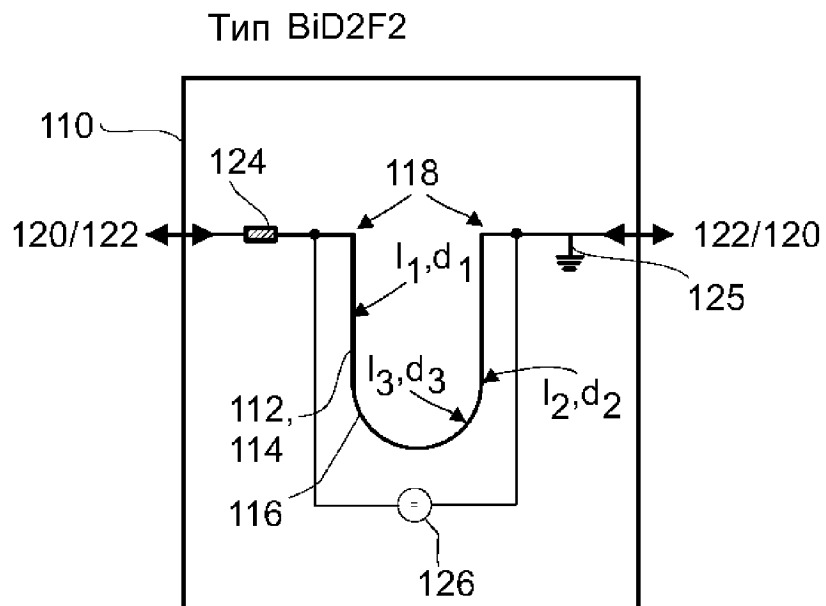
ФИГ. 9Avi



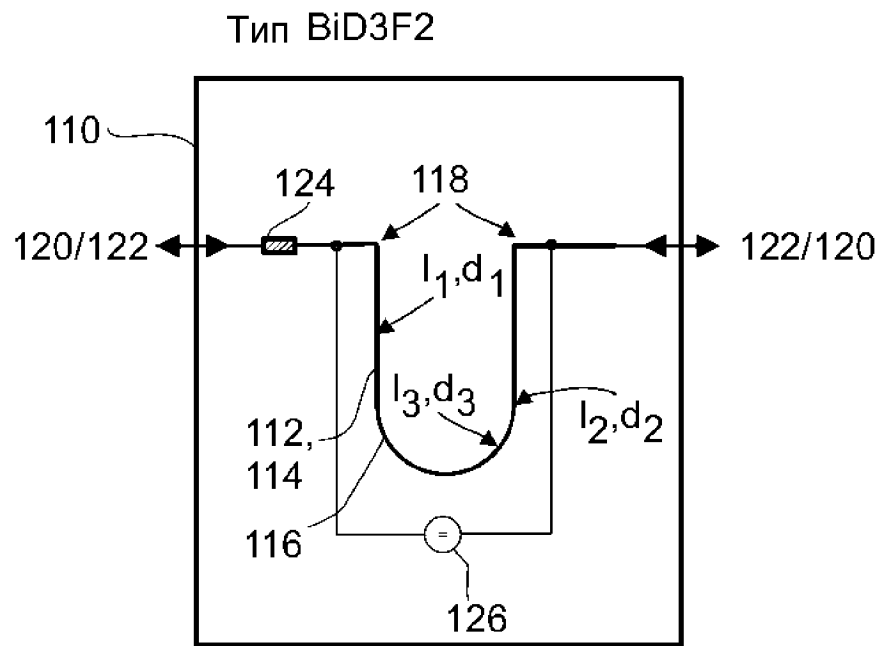
ФИГ. 9Ві



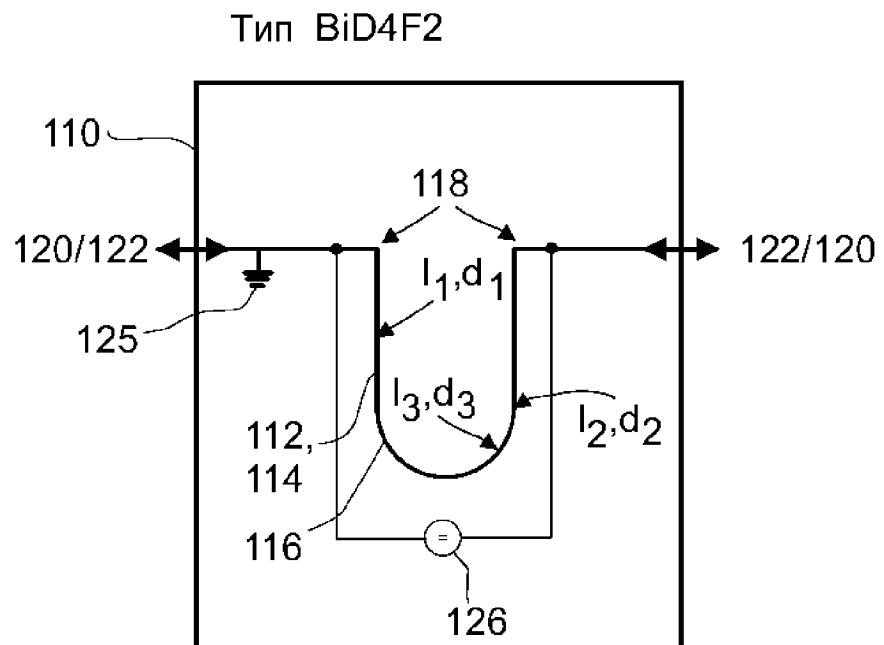
ФИГ. 9Віі



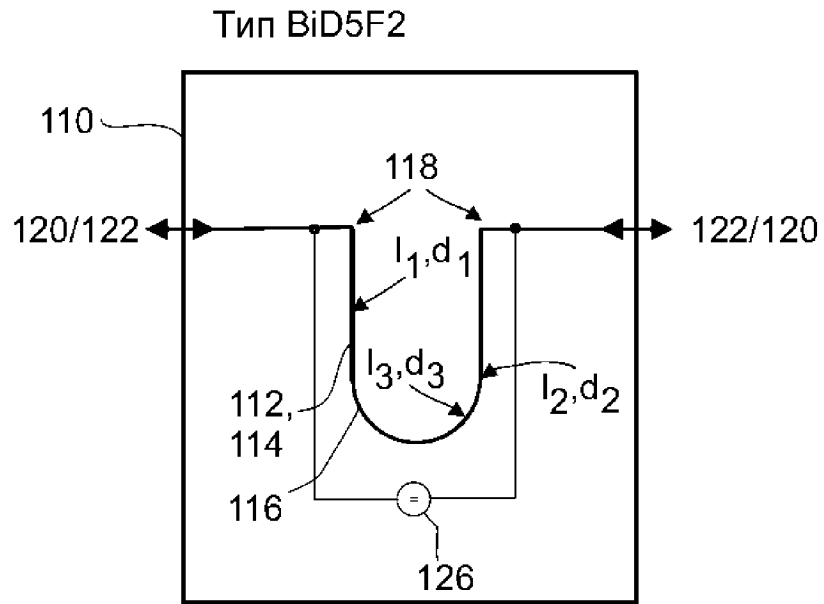
ФИГ. 9Вiii



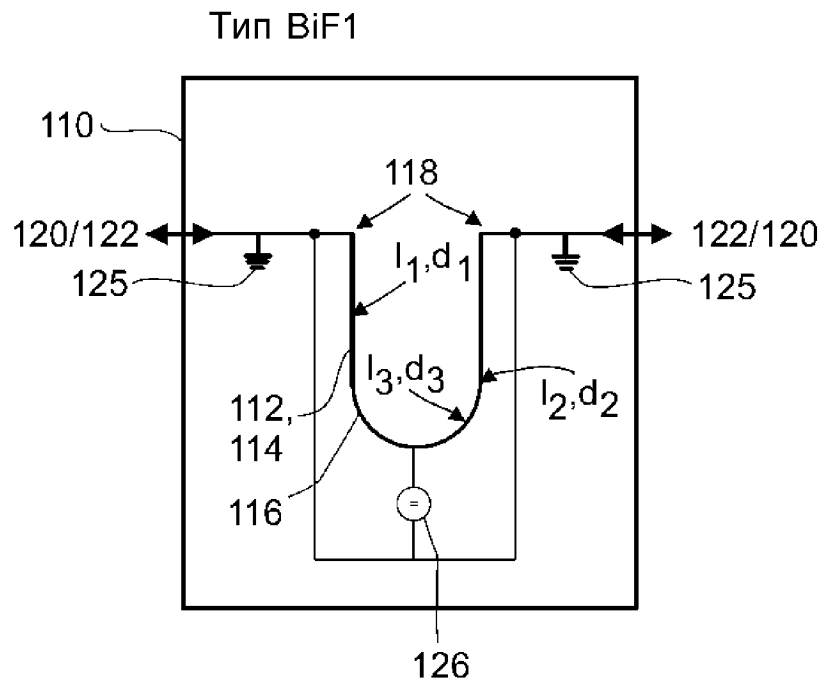
ФИГ. 9Вiv



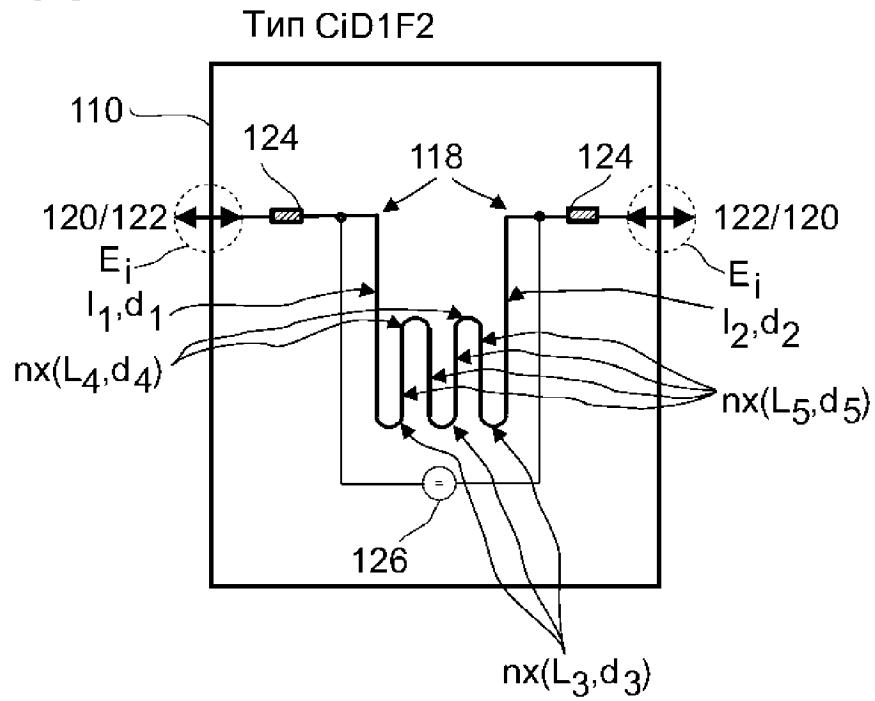
ФИГ. 9Bv



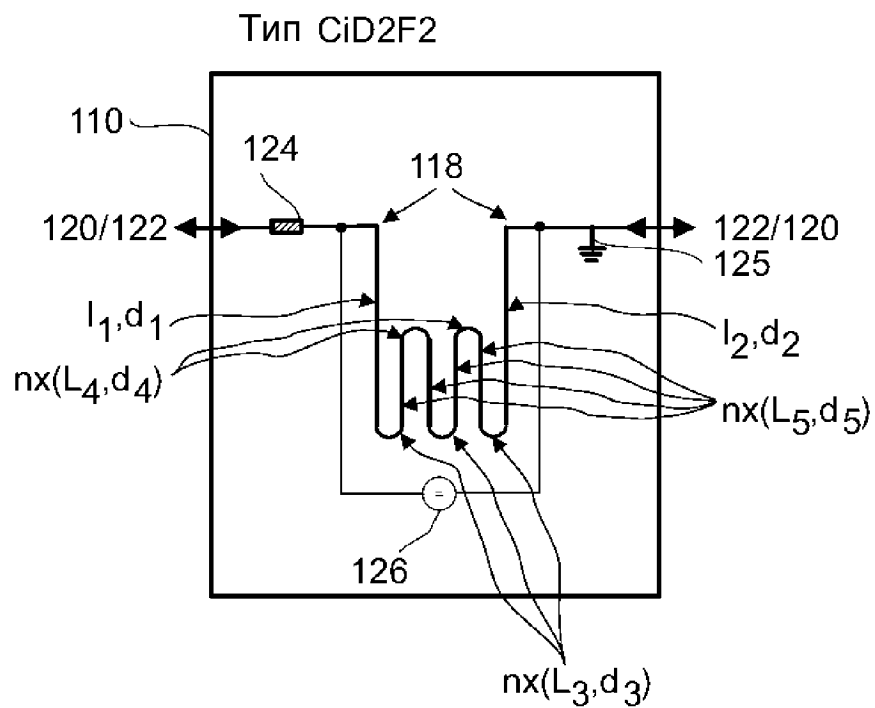
ФИГ. 9Bvi



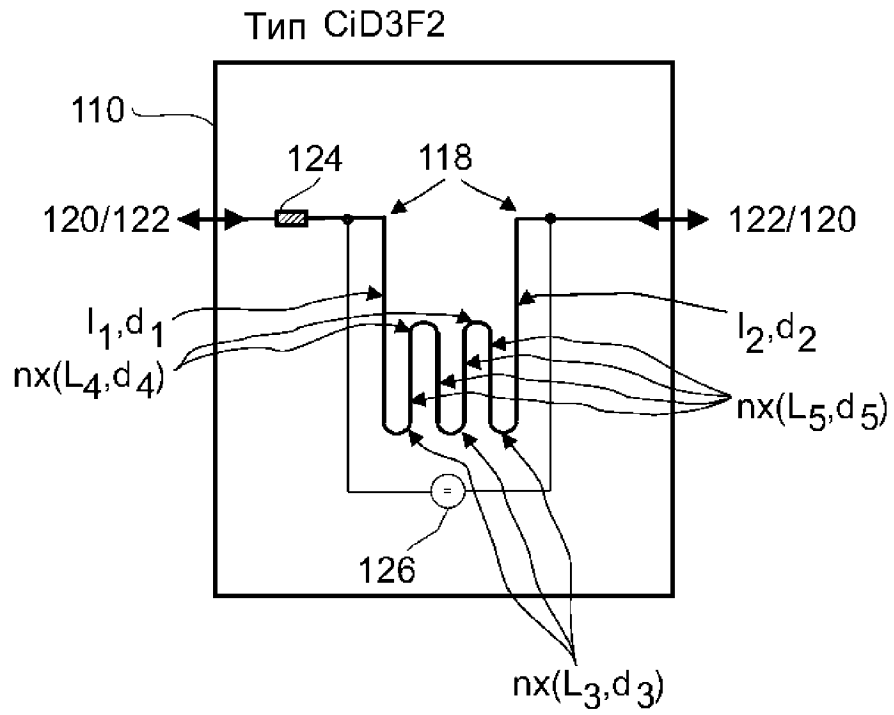
ФИГ. 9Сі



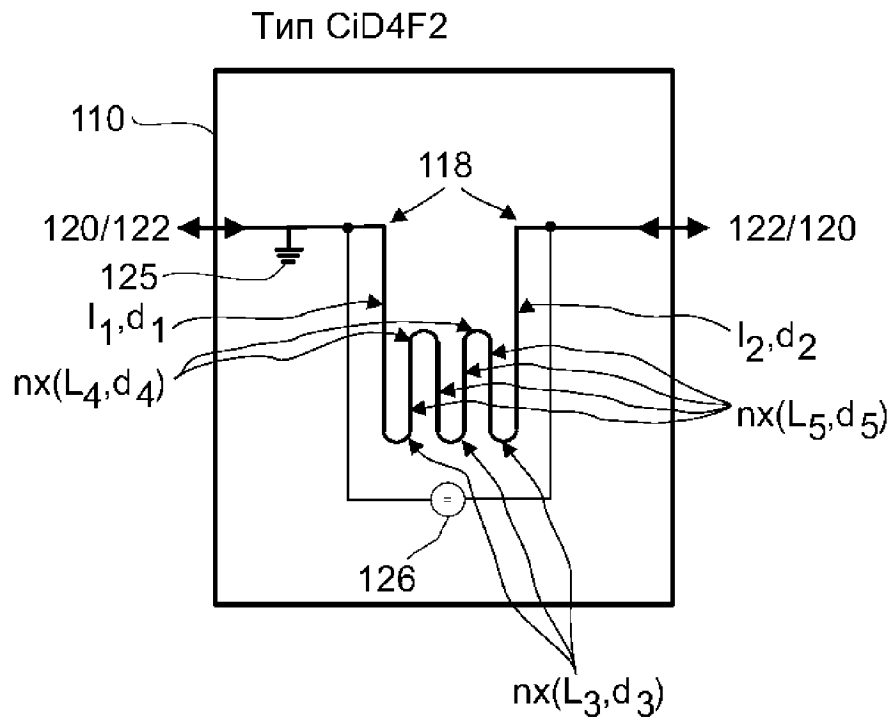
ФИГ. 9Сіі



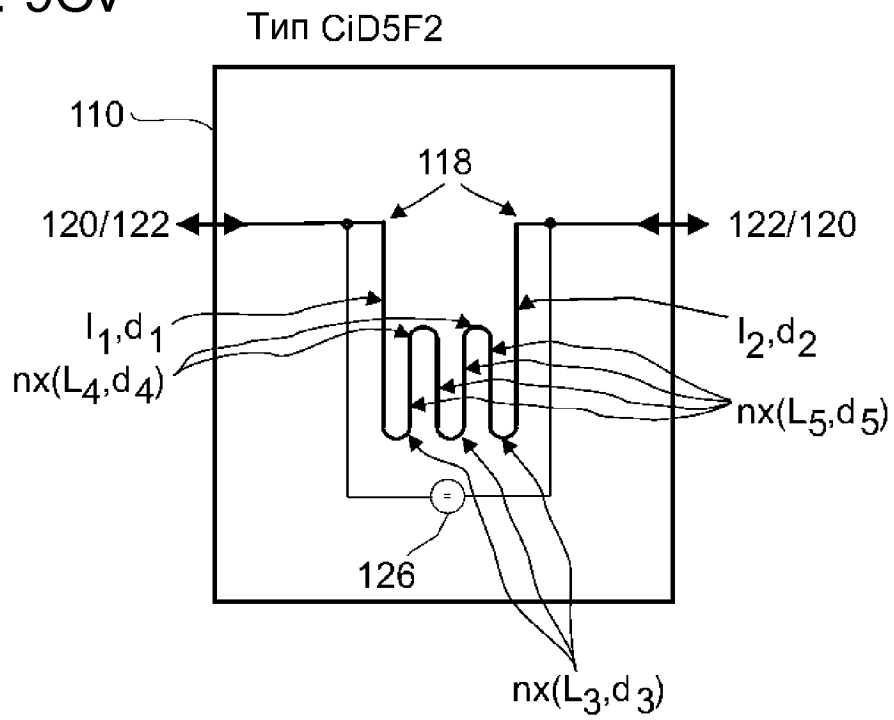
ФИГ. 9Сiii



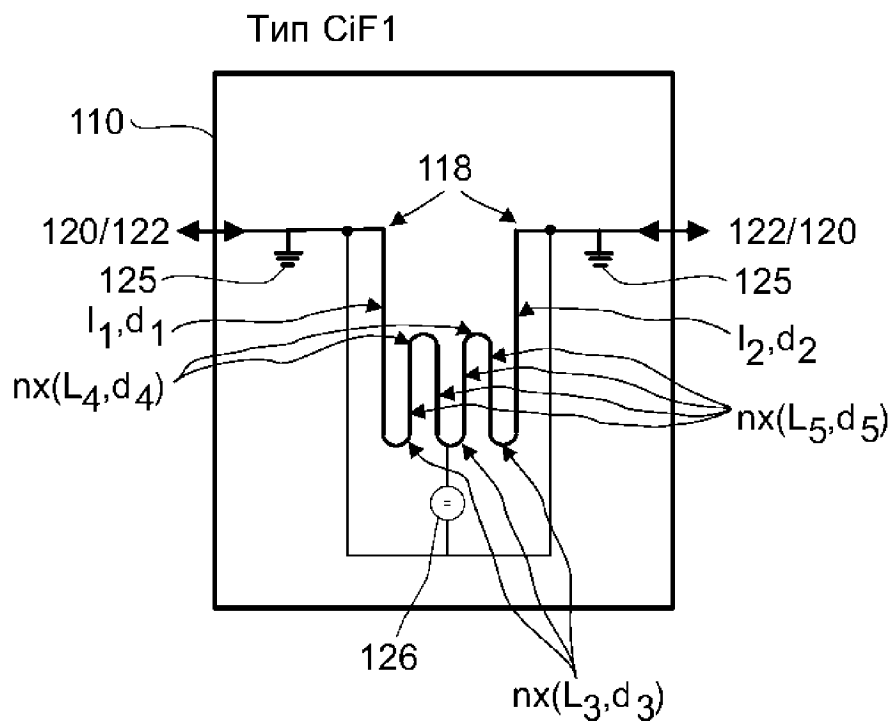
ФИГ. 9Сiv



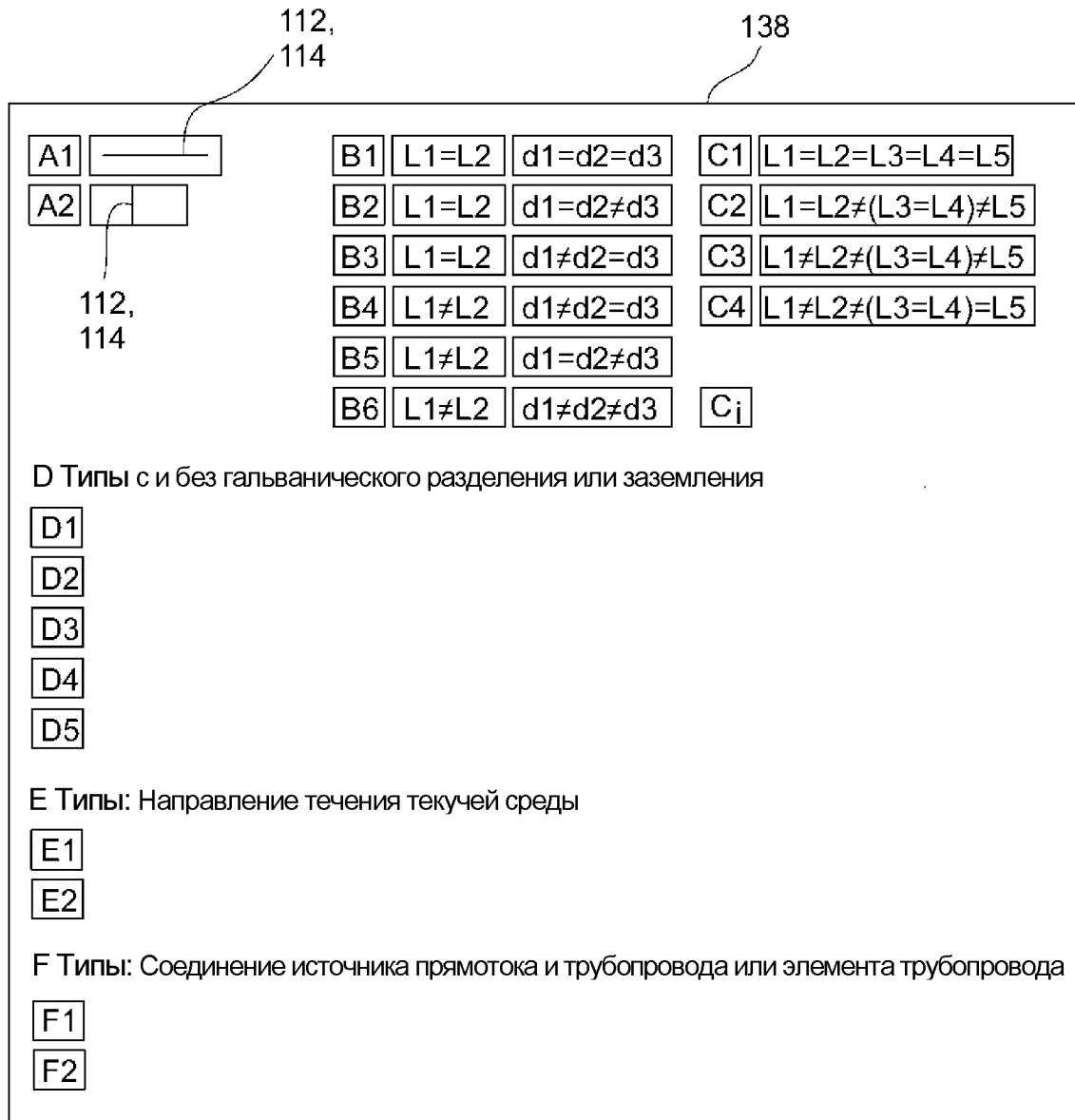
ФИГ. 9Cv



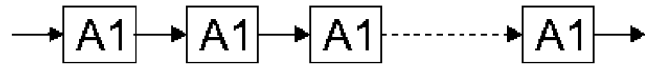
ФИГ. 9Cvi



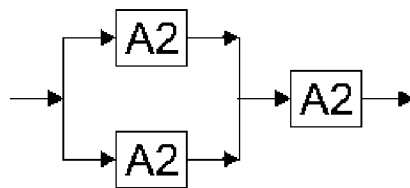
ФИГ. 10а



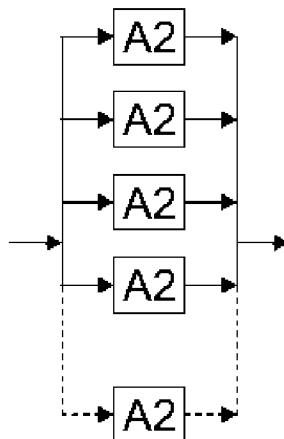
ФИГ. 10b



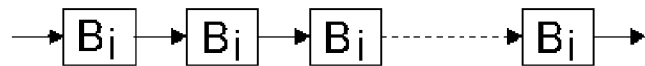
ФИГ. 10c



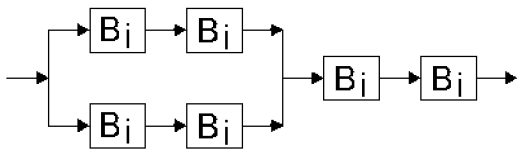
ФИГ. 10d



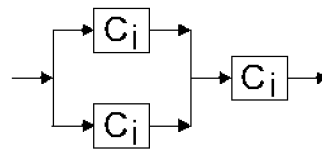
ФИГ. 10e



ФИГ. 10f



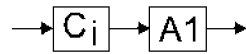
ФИГ. 10g



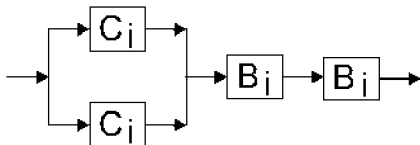
ФИГ. 10h



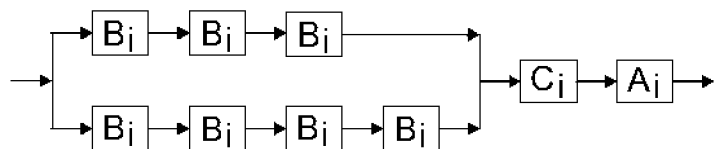
ФИГ. 10i



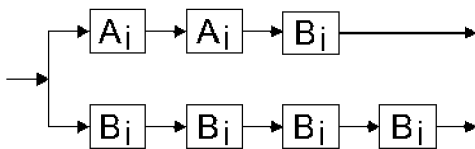
ФИГ. 10j



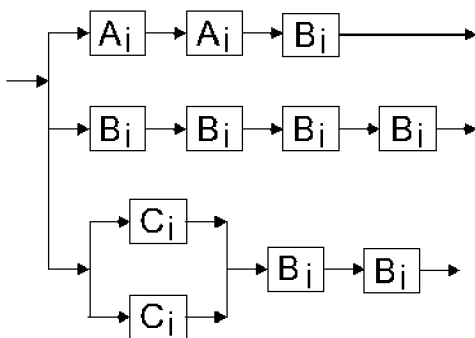
ФИГ. 10k



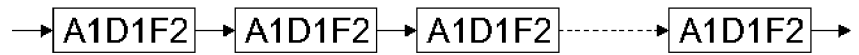
ФИГ. 10l



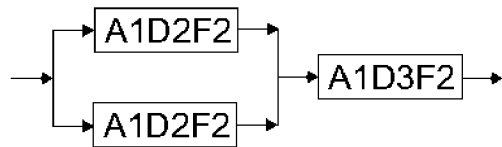
ФИГ. 10m



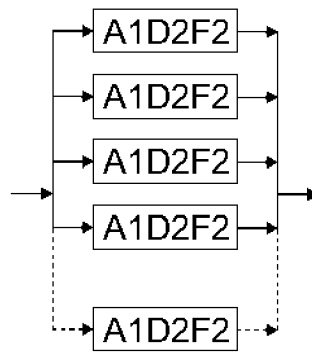
ФИГ. 10n



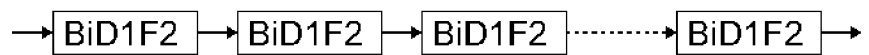
ФИГ. 10o



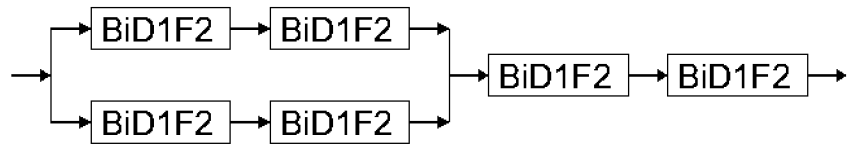
ФИГ. 10p



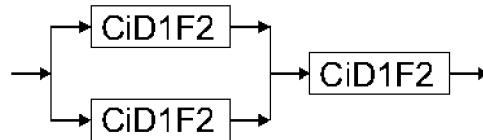
ФИГ. 10q



ФИГ. 10r



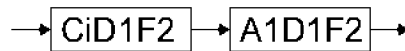
ФИГ. 10s



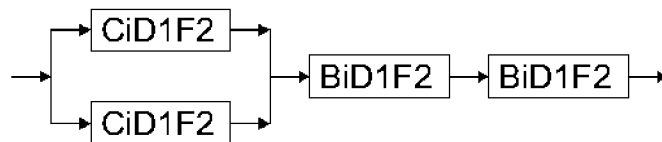
ФИГ. 10t



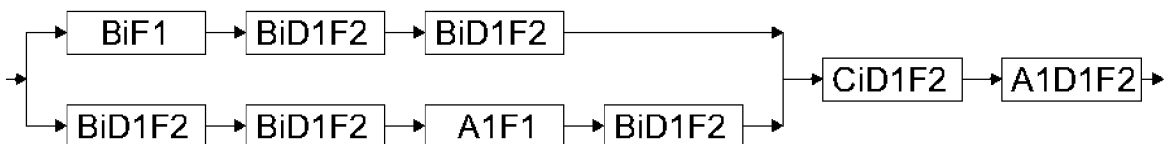
ФИГ. 10u



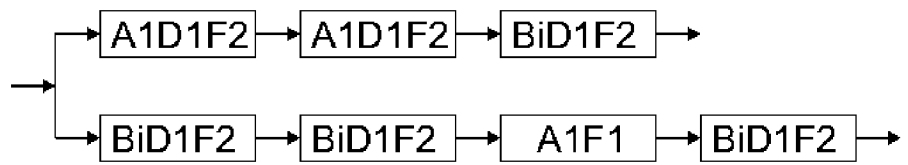
ФИГ. 10v



ФИГ. 10w



ФИГ. 10x



ФИГ. 10y

