

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202192561** (13) **A2**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.01.31

(51) Int. Cl. **B01J 12/00** (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)
B01J 8/06 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2017.12.21

(54) СЕКЦИОНИРОВАННЫЙ ПАРОВОЙ РИФОРМЕР МЕТАНА КОРОБЧАТОГО ТИПА

(31) **62/438,151; 15/847,053**

(32) **2016.12.22; 2017.12.19**

(33) **US**

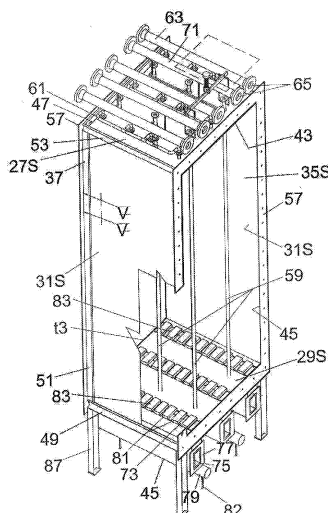
(62) **201991543; 2017.12.21**

(71) Заявитель:
ЭКСТИЕЛ ХОЛДИНГЗ, ЭЛЭЛСИ
(US)

(72) Изобретатель:
Браун Том, Карр Грег, Нгуен Куонг,
О'Брайен Майкл (US)

(74) Представитель:
Махлина М.Г. (RU)

(57) Изобретение относится к паровым риформерам метана. Настоящее изобретение предлагает паровой риформер метана коробчатого типа, содержащий верхнюю стенку, нижнюю стенку и боковые стенки, образующие внутреннюю полость. Вдоль верхней стенки снаружи внутренней полости расположена по меньшей мере одна труба подачи сырья. Вдоль верхней стенки снаружи внутренней полости расположена по меньшей мере одна труба подачи топлива. Снаружи верхней стенки расположена по меньшей мере одна труба сбора синтез-газа. Снаружи нижней стенки расположен по меньшей мере один короб сбора дымового газа. Во внутренней полости рядом с верхней стенкой расположены горелки, соединенные с трубой подачи топлива. Горелки обеспечивают лучистый нагрев труб реактора. Также предусмотрен другой вариант парового риформера метана коробчатого типа.



A2

202192561

202192561

A2

СЕКЦИОНИРОВАННЫЙ ПАРОВОЙ РИФОРМЕР МЕТАНА КОРОБЧАТОГО ТИПА

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к паровым риформерам метана, включая изготовление, транспортирование и монтаж риформеров.

Уровень техники

Паровые риформеры метана или SMR используют для конверсии газа в жидкости, а также для производства водорода для различных процессов, требующих подачи водорода. В паровом риформинге метана пар и метан реагируют в присутствии катализатора при соответствующих температуре и давлении для производства синтез-газа. Два газа, получаемые с помощью этого процесса, представляют собой монооксид углерода (CO) и водород (H_2). В качестве катализатора обычно используют никелевый катализатор.

Синтез-газ используют в процессе Фишера-Тропша для производства углеводородов, таких как бензин, дизельное топливо, масла, парафины и т.д. В процессе Фишера-Тропша синтез-газ контактирует с катализатором Фишера-Тропша при соответствующих температуре и давлении для производства углеводородов. Посредством выбора катализатора и условий эксплуатации можно получать требуемые углеводороды.

Существуют несколько типов паровых риформеров метана. Один тип предназначен для топливных элементов и имеет небольшие габариты и низкую производительность. В качестве примера можно привести риформер пластинчатого типа. Такие риформеры пластинчатого типа не пригодны для производства объемов синтез-газа для промышленного процесса Фишера-Тропша с целью продажи продуктов.

Процесс риформинга для производства синтез-газа является процессом с большим поглощением тепла. Следовательно, предусматривается наличие источника тепла. Обычный паровой риформер метана оборудован печью с внутренними горелками. Внутри печи расположены трубы, содержащие катализатор. Пар и метаны направляют в один конец труб, а синтез-газ выходит из другого конца труб.

На строительство химической установки вблизи города или поселения очень сложно получить необходимые разрешения. Даже если необходимые разрешения получены, близлежащие организации подают судебные иски и предпринимают другие действия, чтобы воспрепятствовать строительству такой химической установки. В результате химические установки, такие как паровой риформер метана и соответствующий реактор Фишера-Тропша, возводят на удалении от городов, поселений и других центров сосредоточения населения. Это ведет к сложностям при изготовлении установок.

В настоящее время паровые риформеры метана изготавливают одним из двух способов, а именно, в виде малогабаритных и крупногабаритных риформеров.

Малогабаритный паровой риформер метана является отдельным укомплектованным устройством, имеющим круглый корпус, который обычно содержит 4 – 40 труб реактора. Эти устройства изготавливают в цехе и транспортируют на место расположения химической установки. Габариты этих устройств ограничиваются условиями отгрузки. Из-за условий изготовления горелки в этих круглых устройствах расположены внизу корпуса и во время эксплуатации направляют пламя вверх. Это означает, что трубы реактора получают лучистую теплоту только на обращенную внутрь сторону. Таким образом, эти устройства не имеют максимально термически эффективную конструкцию, поэтому требуется больше топлива для производства единицы синтез-газа, чем в более эффективных риформерах. Кроме того, из-за небольших габаритов риформера его производительность сильно ограничена. Несмотря на возможность использования нескольких круглых паровых риформеров метана для достижения большей производительности, из-за сложности соответствующей системы коробов и необходимости наличия оборудования для возврата тепла, большинство химических установок ограничивается до компоновки из двух круглых корпусов.

Во многих случаях потребность в синтез-газе намного выше, чем производительность одного или двух малогабаритных круглых реакторов. Для таких применений в большем объеме используют риформер коробчатого типа. Печь имеет форму короба. Обычный риформер коробчатого типа содержит сотни труб и, как результат, генерирует большие количества синтез-газа. Горелки обычно расположены сверху и направляют пламя вниз. Трубы реактора расположены рядами с установленными с обеих сторон горелками, обеспечивающими лучистый нагрев всей трубы, а не только одной стороны, как в случае с круглыми устройствами. Соответственно, риформеры коробчатого типа намного более эффективны и требуют меньше топливного газа на единицу получаемого синтез-газа. Из-за своих габаритов эти устройства главным образом собирают на месте. Сборка на месте предусматривает сварку труб и сборку различных компонентов. Трубы реактора, содержащие катализатор, выполнены из специально сплава с высоким содержанием никеля, что требует привлечения высококвалифицированных сварщиков, имеющих специальные сертификаты.

Помимо расположения установок на удалении от центров сосредоточения населения, установки рассредоточены по стране, а не находятся в одном месте. Как результат, рабочие приезжают в конкретное место, где выполняют монтаж установки, часто в течение месяцев. Многие рабочие покидают место проведения монтажа до окончания работ из-за удаленности места расположения установки. Сборка на месте с высокими трудозатратами и большой текучестью рабочей силы значительно увеличивают стоимость

монтажа. Следовательно, расходы на строительство такой установки являются очень высокими, ограничивая число мест монтажа.

Многие продукты, производимые с помощью процесса Фишера-Тропша, не оказывают отрицательного воздействия на окружающую среду и не загрязняют окружающую среду. Однако в настоящее время производство продуктов с помощью процесса Фишера-Тропша ограничивается высокой стоимостью производства. Это связано или с высокой стоимостью монтажа крупногабаритных паровых риформеров метана или термической неэффективностью устройств меньшего размера.

Желательно предложить термически эффективный менее дорогостоящий паровой риформер метана.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение предлагает паровой риформер метана коробчатого типа, содержащий верхнюю стенку, нижнюю стенку и боковые стенки, образующие внутреннюю полость. Вдоль верхней стенки снаружи внутренней полости расположена, по меньшей мере, одна труба подачи сырья. Вдоль верхней стенки снаружи внутренней полости расположена, по меньшей мере, одна труба подачи топлива. Снаружи нижней стенки расположена, по меньшей мере, одна труба сбора синтез-газа. Снаружи нижней стенки расположен, по меньшей мере, один короб сбора дымового газа. Во внутренней полости рядом с верхней стенкой расположены горелки, соединенные с трубой подачи топлива. Горелки обеспечивают лучистый нагрев труб реактора. Во внутренней полости расположены трубы реактора, причем трубы реактора соединены с трубами подачи сырья, каждая из труб реактора имеет нижний конец, соединенный с трубой сбора синтез-газа, нижние концы труб реактора поддерживаются трубой сбора синтез-газа, трубы реактора проходят через верхнюю стенку и расширяются и сжимаются относительно верхней стенки.

По одному аспекту каждая труба реактора имеет верхний конец, который поддерживается пружиной, подвешенной от верхней поддерживающей конструкции.

По другому аспекту верхние концы двух труб реактора поддерживаются верхней опорой, которая предусматривает различное расширение и сжатие двух труб реактора.

Настоящее изобретение также предлагает паровой риформер метана коробчатого типа, содержащий верхнюю стенку, нижнюю стенку и боковые стенки, образующие внутреннюю полость. Вдоль верхней стенки снаружи внутренней полости расположена, по меньшей мере, одна труба подачи сырья. Вдоль верхней стенки снаружи внутренней полости расположена, по меньшей мере, одна труба подачи топлива. Снаружи нижней стенки расположена, по меньшей мере, одна труба сбора синтез-газа. Снаружи нижней стенки расположен, по меньшей мере, один короб сбора дымового газа. Во внутренней

полости рядом с верхней стенкой расположены горелки, соединенные с трубой подачи топлива. Горелки обеспечивают лучистый нагрев труб реактора. Во внутренней полости расположены трубы реактора, причем трубы реактора соединены с трубами подачи сырья, каждая из труб реактора имеет нижний конец, соединенный с трубой сбора синтез-газа. В нижней стенке расположен, по меньшей мере, один паз, причем паз выровнен с коробом сбора дымового газа. Во внутренней полости и поперек паза расположено множество огнеупорных элементов. Огнеупорные элементы расположены поперек паза и отделены друг от друга зазорами, которые позволяют внутренней полости сообщаться с коробом сбора дымового газа.

По другому аспекту размер зазоров варьируется по длине паза от конца секции до конца секции.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 – расположенная в удаленном месте химическая установка, содержащая паровой риформер метана;

фиг. 2 – перспективный вид собранного секционированного парового риформера метана коробчатого типа настоящего изобретения по предпочтительному варианту выполнения;

фиг. 3 – перспективный вид в разобранном состоянии секционированного парового риформера метана коробчатого типа из фиг. 2;

фиг. 4 – перспективный вид секции реактора парового риформера метана;

фиг. 5 – вид в разрезе стенки одной из секций по линиям V-V из фиг. 4;

фиг. 6 – вид в продольном разрезе собранного секционированного парового риформера метана коробчатого типа;

фиг. 7 – вид в продольном разрезе разобранного секционированного парового риформера метана коробчатого типа;

фиг. 8 – вид в продольном разрезе разобранного парового риформера метана по другому варианту выполнения во время эксплуатации;

фиг. 9 – вид сбоку секции парового риформера метана, транспортируемого на автотранспортном средстве;

фиг. 10 – перспективный вид секции парового риформера метана, транспортируемого на автотранспортном средстве.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Секционированный паровой риформер метана коробчатого типа настоящего изобретения изготавливают в виде отдельных секций вне места нахождения объекта, например, на производственном предприятии. Изготовление на таком предприятии может

осуществляться с использованием умеренных расходов на заработную плату, которая является стабильной, и с низкой текучестью рабочей силы. Кроме того, поддержка контроля качества работ в контролируемой среде является менее затратной, например, на производственном предприятии или в производственном цехе. Все специальные операции сварки по изготовлению рамной конструкции, стенок, горелок, выходов для дымовых газов, трубопроводной обвязки, включая трубы реактора, а также средств измерения выполняют в производственном цехе. Сварка компонентов на высокотемпературных участках реактора является сваркой специального типа и требует проведения испытаний. Все необходимые операции контроля сборочных работ выполняют в производственном цехе. Например, выполняют рентгеновский контроль сварных швов. После изготовления и контроля секций секции отгружают или транспортируют на производственную площадку в удаленное место. Там секции собирают друг с другом. Такую сборку осуществляют с привлечением минимального числа рабочих. Кроме того, рабочие, выполняющие сборку, необязательно должны иметь высокую квалификацию, как те рабочие, которые изготавливали секции. Сборка требует выравнивания секций и соединения секций с помощью болтовых соединений. Сварка может потребоваться только на низкотемпературных участках реактора и не является сваркой специального типа и не требует проведения испытаний.

Секционированный паровой риформер метана имеет другие преимущества. Конструкция риформера обеспечивает гибкость в том смысле, что его размеры могут соответствовать конкретному проекту, включая сюда крупногабаритные риформеры с множеством труб. Риформер содержит реакционные секции с горелками, расположенными по отношению к трубам термически эффективным образом, что обуславливает низкие эксплуатационные расходы. Риформер содержит трубы реактора, поддерживаемые с нижней стороны и имеющие верхние концы, обеспечивающие тепловое расширение и сжатие. Такая компоновка обеспечивает удобство изготовления и монтажа.

Кроме того, уменьшается объем технического обслуживания, в частности, в коробах сбора дымовых газов. В существующих паровых риформерах метана коробчатого типа для формирования коробов или дымоходов для направления дымовых газов из риформера используют огнеупорный кирпич. Дымоходы выполнены из кирпича, уложенного штабелем на дне риформера, причем этот кирпич образует вертикальные стенки. Верхний слой предварительно отлитых огнеупорных плиток перекрывает боковую часть верха дымохода. Циклическое изменение температуры риформера обуславливает растрескивание кирпича. По истечении некоторого периода эксплуатации риформер подлежит останову, так чтобы ремонтная бригада могла восстановить короба.

Секционированный паровой риформер метана требует меньшего объема технического обслуживания, что обуславливает меньший период времени простоя.

На фиг. 1 показана химическая установка 11. Химическая установка расположена на удалении от городов, поселений и других центров 13 сосредоточения населения. Установка окружена незастроенными или сельскими районами 14, например, районами фермерских хозяйств, болотистой местностью, лесами и т.п. Химическая установка может быть предназначена для ряда использований, при этом она содержит паровой риформер 15 метана. Кроме того, установка содержит оборудование для риформера.

В риформере 15 используются метан и пар. Метан получают из природного газа, который подают по трубопроводу 17. Трубопровод может подавать природный газ от любого числа источников, таких как скважины, поземные хранилища газа и т.д. Природный газ главным образом является метаном и может содержать примеси, которые не являются метаном. Для удаления примесей природный газ подвергают обработке в одном или нескольких обрабатывающих устройствах 19. Например, обрабатывающее устройство может содержать аппарат для гидрирования, который удаляет сернистые загрязнения и образует газообразный H_2S . Указанный H_2S удаляют из метана с помощью слоя оксида цинка.

Установка также содержит источник 21 воды и котел для производства пара.

Некоторая часть метана поступает с паром в качестве исходного сырья в риформер 15. Риформер содержит соответствующий катализатор, например, никель-окись алюминия. Катализатор содержится в ряде труб реактора, расположенных внутри риформера. Метан и пар проходят через катализатор внутри труб. Наружная сторона труб нагревается для получения температур, необходимых для каталитической реакции. Тепло образуется посредством сжигания природного газа. Некоторая часть природного газа из трубопровода 17 отводится в горелки для сгорания. В трубах реактора производится синтез-газ, состоящий из водорода (H_2) и монооксида углерода (CO). Синтез-газ может содержать другие компоненты, которые могут быть удалены из пара с помощью технологического оборудования. Кроме того, отношение $H:CO$ можно регулировать по необходимости. В дальнейшем синтез-газ направляется в реактор 25, который превращается в продукт, такой как парафины или другие углеводороды. Отходящее тепло от риформера 15 поступает в котел 23. Сходным образом, любое отходящее тепло от реактора 25 также поступает в котел.

Ниже приведено подробное описание риформера 15. Со ссылкой на фиг. 2 и 3 риформер, в общем, имеет коробчатую форму и конструкцию. Риформер имеет стенки, а

именно, верхнюю стенку 27, нижнюю стенку 29, боковые стенки 31 и торцевые стенки 33. Стенки 27, 29, 31, 33 образуют внутреннее пространство или полость 35.

В общем, движение исходного сырья (метана и пара) в риформер 15 и синтез-газа из риформера происходит в вертикальном направлении сверху вниз. Тепло внутри риформера движется в том же направлении с помощью установленных вверху горелок дымового газа, выходящего снизу. Трубы 63, 71 транспортируют топливо для горелок и исходное сырье, состоящее из метана и пара, и расположены вдоль верхней стенки 27. Трубы соединены с коллекторами, также расположенными вдоль верхней стенки. Под нижней стенкой 29 расположены выходные короба 75 для дымового газа и коллектор для синтез-газа.

Секционированный риформер имеет два типа секций, а именно, секцию 37 реактора и торцевую секцию 39. На фиг. 2 показан риформер 15 в собранном виде, на фиг. 3 показан риформер в разобранном виде. В направлении слева направо риформер содержит торцевую секцию 39, некоторое количество секций 37 реактора и другую торцевую секцию 39. В примере на фиг. 2 и 3 показаны три секции реактора, хотя могло бы быть использовано их большее или меньшее количество. Отдельные секции 37, 39 будут описаны последовательно.

Секция 37 реактора показана на фиг. 2 – 4. Секция реактора имеет верхнюю стенку 27S, нижнюю стенку 29S и боковые стенки 31S. Секция реактора также имеет концы 43. Оба конца 43 открытые. Верхняя, нижняя и боковые стенки 27S, 29S, 31S образуют внутреннюю полость 35S. Стенки соединены с рамной конструкцией, например, верхней рамой 47, нижней рамой 49 и боковыми рамами 51 (на фигурах рамы показаны частично). Рамы выполнены из конструкционных стальных элементов, таких как угловые профили или двутавровые балки. Например, боковая рама 51 (см. фиг. 2) имеет краевые элементы 53, которые могут быть двутавровыми балками. Предусмотрены верхние краевые элементы и торцевые краевые элементы, соединенные вместе в виде прямоугольной конструкции. Кроме того, предусмотрены внутренние элементы 55, которые образуют поперечины между краевыми элементами. Внутренние элементы приварены к краевым элементам. Боковая стенка 31S приварена к боковой раме 51 таким образом, что верхние краевые элементы продолжаются вдоль верхних краев боковой стенки, и торцевые краевые элементы продолжаются вдоль торцевых краев боковой стенки. Верхняя и нижняя рамы 47, 49 имеют сходную конструкцию с краевыми элементами и внутренними элементами. Рамы имеют достаточное количество и распределение внутренних элементов для обеспечения конструкционной устойчивости и целостности. Боковые края верхней стенки 27S приварены к верхним краям боковых стенок 31S. Боковые края нижней стенки приварены

к нижним краям боковых стенок. Таким образом, стенки 27S, 29S, 31S образуют беззастывшее ограждение, хотя концы 43 являются открытыми. Рамы также соединены друг с другом. Верхняя рама 47 соединена с двумя боковыми рамами 51, и нижняя рама 4 соединена с двумя боковыми рамами. Верхняя рама и каждая из боковых рам могут совместно разделять крайевой элемент. Сходным образом нижняя рама и каждая из боковых рам могут совместно разделять крайевой элемент.

Открытые концы 43 снабжены фланцами 57. Фланцы продолжаются перпендикулярно от соответствующих стенок. Участок фланца расположен вдоль торцевых краев каждой из боковых стенок 31S, торцевых краев верхней стенки 27S и торцевых краев нижней стенки 29S. Участки фланцев образуют непрерывный фланец 57, который продолжается перпендикулярно от соответствующих стенок и который продолжается по периферии соответствующего открытого конца 43.

Несмотря на то, что размер секции 37 реактора может варьироваться согласно конкретным требованиям к конкретной установке, все секции реактора для отдельного парового риформера 15 метана имеют одинаковые габариты и размеры, причем размеры заданы таким образом, чтобы они подходили друг к другу, как подробно описано ниже.

Трубы 59 реактора продолжают через верхнюю стенку 27S, внутреннюю полость 35 и через нижнюю стенку 29S каждой секции реактора. Трубы 59 реактора расположены рядами. Например, трубы в отдельном ряду продолжают параллельно боковым стенкам. С целью пояснения на фиг. 4 показано, что каждый ряд содержит три трубы реактора. В действительности каждый ряд содержит намного больше труб реактора и намного ближе друг к другу, чем показано. Количество рядов будет больше двух.

Трубы 59 реактора поддерживаются определенным образом. Как показано на фиг. 2 – 4 и 8, трубы реактора поддерживаются как с верхнего конца, так и с нижнего конца, и предусматривают расширение сжатие из-за температурных изменений. (На фиг. 8 показана другая ориентация рядов труб реактора и рядов горелок внутри секции реактора). Когда риформер нагревается от температуры окружающей среды до рабочей температуры, трубы 59 реактора расширяются по длине. И, наоборот, когда риформер охлаждается от рабочей температуры до температуры окружающей среды, трубы реактора сжимаются по длине.

Трубы 59 реактора неподвижно установлены у нижних концов 62 и жестко установлены у верхних концов 60. Как показано на фиг. 8, верхние концы 60 жестко прикреплены к опорной конструкции, расположенной над риформером. Опорная конструкция содержит опорное плечо 97, расположенное над верхней стенкой 27 риформера. Опорное плечо соединено с трубой реактора в двух соседних рядах. Верхний конец 60 каждой трубы реактора проходит через верхнюю стенку 27 с помощью гибкого

соединителя 99, причем этот соединитель позволяет трубе перемещаться по длине относительно верхней стенки. Верхний конец 60 каждой трубы реактора имеет вертикальный удлинительный элемент 101, который продолжается вверх и соединен с возможностью поворачивания с концевым участком 103 соответствующего опорного плеча. Опорное плечо 97 имеет два концевых участка 103, причем удлинительный элемент 101 трубы реактора соединен с возможностью поворачивания с каждым концевым участком. В предпочтительном варианте выполнения опорное плечо соединено с трубами реактора в разных рядах. Например, со ссылкой на ориентацию на фиг. 8 каждая секция 37 реактора имеет левый ряд труб реактора и правый ряд труб реактора. Можно предположить, что каждый ряд в секции реактора имеет десять труб с трубой, расположенной в первом положении, другой трубой, расположенной во втором положении, третьей трубой, расположенной в третьем положении, и т.д., с десятой трубой, расположенной в десятом положении. На фиг. 2 – 4 трубы в первом положении двух рядов лежат в плоскости, которая перпендикулярна боковым стенкам 31. Сходным образом трубы во втором положении лежат в другой плоскости, перпендикулярной боковым стенкам 31, и параллельно плоскости с трубами в первом положении и т.д. в отношении оставшихся труб. Трубы в конкретном положении в ряду соединены соответствующим опорным плечом 97. Таким образом, предусмотрены первое опорное плечо для труб в первом положении, второе опорное плечо для труб во втором положении и т.д., с десятым опорным плечом для труб в десятом положении.

Каждое опорное плечо 97 поддерживается от горизонтальной балки 105 пружинным устройством 107. Пружинное устройство 107 может содержать средство измерения, такое как весы, чтобы показывать частичный вес подвешенных труб. Пружинное устройство обеспечивает некоторую упругость подвешенному опорному плечу.

Балка 105 поддерживается колоннами или стойками, которые опираются на грунт рядом с боковыми или торцевыми стенками 31, 33 риформера. Как вариант, колонны или стойки могут опираться на рамную конструкцию, например, верхнюю раму 47, боковые рамы 51 или торцевые рамы 89.

Опорная рама 97 и пружинное устройство 107 предусматривают различное перемещение труб 59 реактора двух соседних рядов. Соседние трубы в одном ряду с достаточной вероятностью совместно расширяются и сжимаются. Однако трубы в одном ряду могут расширяться и сжиматься иначе, чем трубы в соседнем ряду. Со ссылкой на фиг. 8, если трубы в левом ряду расширятся больше, чем трубы в правом ряду, левый конец соответствующего опорного плеча 97 перемещается вверх относительно правого конца, и

опорное плечо располагается под углом к горизонтали. Если трубы в левом и правом рядах расширятся в равной мере, соответствующее опорное плечо будет находиться в горизонтальном положении.

В то время как пружины 107 поддерживают часть веса труб реактора, бо́льшая часть остального веса поддерживается нижней конструкцией. Нижние концы 62 труб 59 реактора имеют фланцы (не показаны), расположенные снаружи нижней стенки. Трубы реактора приварены к нижней стенке, но нижняя стенка поддерживает незначительную часть веса после сборки риформера на месте и загрузки катализатора внутрь труб реактора. Нижняя конструкция содержит трубы 79 для сбора синтез-газа, которые подробно описаны ниже. Трубы реактора имеют завышенные размеры для того, чтобы поддерживать вес.

Секция реактора, изготовленная вне объекта, содержит трубы реактора, фланцы их нижних концов и гибкие соединители для труб реактора в верхней стенке. Вертикальные удлинительные элементы 101, опорные плечи 97 и пружины 107 могут быть присоединены на месте во время монтажа.

Верхние концы 60 труб 59 реактора соединены вместе коллектором для сырья (не показан). Коллектор 61 для сырья соединяет, например, трубы в ряду. Труба 71 подачи сырья продолжается параллельно коллекторам 61 и соединена с ними. Труба 71 подачи сырья продолжается в направлении от конца к концу. Концы трубы 71 подачи сырья имеют фланцы 65, которые расположены в одной плоскости с фланцами 57 секции 37. Как вариант, труба подачи может соединяться напрямую с трубами реактора без коллектора.

Верхняя стенка 27S также содержит горелки 67 (см. фиг. 8), расположенные во внутренней полости 35. Горелки 67 ориентированы в нижнем направлении, но могут быть ориентированы под углом. Горелки также расположены рядами, причем ряды горелок параллельны рядам труб реактора и расположены между ними на некотором расстоянии. Как показано на фиг. 8, эта компоновка предусматривает ряд горелок с каждой стороны ряда труб реактора, тем самым, обеспечивая равномерный нагрев труб. Таким образом, начиная от одной боковой стенки, предусмотрен ряд горелок, ряд труб, ряд горелок и т.д.

Трубопроводная обвязка для каждой горелки продолжается через верхнюю стенку к коллектору 69, который, в свою очередь, соединен с трубой 63 подачи топлива. Труба подачи топлива параллельна трубе 71 подачи реактора и имеет фланцы 65, которые расположены в одной плоскости с другими фланцами 57, 65.

Труба 71 подачи реактора и труба 63 подачи топлива соответственно соединены опорами с верхней стенкой или рамной конструкцией верхней стенки.

Нижняя стенка 29S имеет пазы 73 для дымовых газов. Пазы 73 расположены по вертикали ниже горелок 67. Например, один ряд горелок 67 продолжается от конца 43 до

конца 43 в секции 37 реактора, и соответствующий паз, расположенный ниже, также продолжается от конца до конца. Горелки и паз не доходят до концов 43, поскольку между ними расположен участок стенки.

По длине каждого из пазов 73 продолжается короб 75 для сбора дымового газа. Коробы 75 расположены снаружи нижних стенок 29S. Каждый короб имеет боковые стенки, которые отходят от нижней стенки 29S секции реактора. Нижняя стенка короба перекрывает нижнюю сторону короба, продолжающуюся до боковых стенок. Каждый короб имеет два открытых конца. Каждый конец имеет фланец 77. Короба 75 сбора дымового газа продолжают параллельно боковым стенкам 31. В варианте выполнения, показанном на фиг. 4, предусмотрены короба 75 сбора дымового газа, один на каждый паз. Короба расположены на расстоянии друг от друга. Трубы 79 сбора синтез-газа расположены между коробами 75. У каждого конца секции 37 реактора фланцы 77 коробов расположены в одной плоскости друг с другом и в одной плоскости с фланцами 57 концов 43.

Внутреннее пространство каждого короба 75 во время монтажа футеруют огнеупорными плитками или кирпичом. Во время монтажа пазы 73 частично закрывают огнеупорными плитками 81. Эти плоские плитки 81 литые и, в общем, имеют прямоугольную форму. Во время монтажа плитки 81 размещают поверх пазов 73. Плитки опираются на внутреннюю часть нижней стенки 29S. Плитки расположены на расстоянии друг от друга с зазорами 83. Размер зазоров между соседними плитками может варьироваться. Например, зазоры в центре реактора могут быть небольшими, в то время как зазоры рядом с концами 43 могут быть больше. Зазоры имеют такие размеры и расположены таким образом, чтобы обеспечивать равномерное распределение дымового газа, движущегося внутри короба.

На фиг. 2, 3 и 8 показаны торцевые секции 39. Каждая торцевая секция имеет торцевую стенку 33. Каждая торцевая секция имеет фланец 57. Торцевая стенка и фланец имеют такие размеры, чтобы сопрягаться с открытым торцом 43 и соответствующим фланцем секции 37 реактора. Каждая торцевая секция имеет торцевую раму 89 для опоры. В варианте выполнения торцевые секции являются плоскими плитами или стенками, в которых фланец 57 расположен в одной плоскости с торцевой стенкой. В другом варианте выполнения предусмотрено смещение между плоскостью с фланцем и стенкой применительно к верхней стенке, нижней стенке и боковым стенкам. Эти стенки являются узкими.

В общем, внутренняя сторона стенок 27, 29, 31, 33 секций 37 реактора и торцевых стенок 39 футерована изоляцией, такой как минеральная вата (см. фиг. 5 в качестве

примера). Таким образом, каждая стенка содержит металлическую плиту со слоем изоляции с внутренней стороны. Изоляцию крепят к стенке с помощью традиционных способов. Наружная сторона стенки имеет соответствующую рамную конструкцию.

Каждая из секций 37 реактора имеет стойки 87, продолжающиеся вниз от соответствующих нижних стенок 29S, для поддержки соответствующей секции на удалении от грунта. Короба 75 также поддерживаются на удалении от грунта.

Секции 37, 39 изготавливают в производственном цехе, который находится не на производственной площадке, а рядом с центром 13 сосредоточения населения. Каждую секцию изготавливают до полной укомплектованности со всеми собранными и установленными стенками, изоляцией и трубопроводной обвязкой. Огнеупорную плитку устанавливают на производственной площадке. После изготовления каждую секцию транспортируют на производственную площадку. Транспортирование может осуществляться грузовым автомобилем 91 (тягачом с прицепом, см. фиг. 9 и 10), баржей, железнодорожным вагоном и т.д. Например, секцию 37 реактора укладывают на прицеп 93 одним из открытых концов, а другой конец обращен вверх. Обращенный вверх конец может быть укрыт полимерной пленкой для защиты от грязи и дождя. Если необходимо, во время транспортирования для поддержки объектов может быть использован амортизационный материал, например, трубы небольшого диаметра. Секция может быть грузом стандартной ширины (или меньше) или она может быть грузом с завышенными размерами, что требует оформления специальных документов на право транспортирования. Грузовик следует на производственную площадку по дорогам общего пользования и, в случае необходимости, по дорогам частного пользования.

После транспортирования секций на производственную площадку начинают сборку. Кран поднимает каждую секцию с грузовика и наклоняет секцию из горизонтального положения в вертикальное положение. Секции устанавливают на подготовленную площадку, так чтобы стойки 87 контактировали с грунтом.

Для сборки реактора секции 37 реактора размещают открытыми концами 43 рядом друг с другом с контактом соответствующих фланцев. Открытый конец 43 одной секции 37 реактора помещают рядом с открытым концом 43 другой секции 37 реактора. Соседние фланцы 57 соединяют болтами; фланцы имеют отверстия под болты. При необходимости между фланцами может быть установлено уплотнение. При сборке риформера 15 собирают необходимое количество секций 37 реактора.

Трубы подачи 63, 71 соединяют друг с другом. Соответствующие фланцы 65 труб соединяют болтами, устанавливая внутрь уплотнения. Горизонтальную балку 105 устанавливают сверху секций реактора, и к балке подвешивают опорные плечи 97 и

пружины 107. Концы опорных плеч крепят к удлинительным элементам 101, которые, в свою очередь, крепят к трубам 59 реактора.

Во время установки секции на место вдоль пазов 73 в нижней стенке устанавливают огнеупорные плитки 81. Кроме того, огнеупорным материалом можно футеровать внутреннюю сторону коробов. Доступ к внутренней стороне обеспечивается через открытые концы. Как вариант, в стенках могут быть предусмотрены люки доступа.

Короба 75 вдоль секций реактора соединяют друг с другом. Например, как показано на фиг. 4, предусмотрены три короба, левый короб, центральный короб и правый короб. Левые короба соединяют друг с другом, центральные короба соединяют друг с другом, и правые короба соединяют друг с другом. Короба соединяют с помощью фланцев, между которыми могут быть установлены уплотнения.

Нижние концы 62 труб реактора соединяют с трубами 79 для сбора синтез-газа. Трубы 79 для сбора синтез-газа выполнены в виде секций, имеющих такую же длину, как и секции реактора, от конца до конца. Каждая труба для сбора синтез-газа имеет конец, пригодный для соединения стыковым сварным швом. Трубы 79 для сбора синтез-газа изготовлены с фитингами 84 для соединения труб вне места нахождения объекта, где выполняют сборку. Фитинг для соединения труб является фитингом для выполнения разветвления, таким как фитинг для стыковой сварки. Соединительный фитинг приваривают к трубе для сбора газа в каждом месте, где присоединяют трубу реактора. Труба для сбора синтез-газа также снабжена стойками 82, которые поддерживают трубу на расстоянии от грунта.

Трубы 79 для сбора синтез-газа расположены под секциями реактора и под нижними концами 62 труб реактора. Каждую трубу 59 реактора приваривают к соответствующему фитингу 84 на соответствующей трубе 79 для сбора синтез-газа. Нижние концы труб реактора футерованы огнеупорным материалом 110 (см. фиг. 8). Труба 79 для сбора синтезгаза также футерована огнеупорным материалом 109. В предпочтительном варианте выполнения предусмотрена футеровка огнеупорным материалом внутренней стороны труб 59 и труб 79.

Торцевые секции 39 крепят болтами в требуемом месте на концах 43 секций реактора. После сборки верхние стенки 27S отдельных секций соединяются друг с другом и образуют верхнюю стенку 27 риформера. Сходным образом, нижние стенки 29S секций соединяются друг с другом и образуют нижнюю стенку 29 риформера, и боковые стенки 31S секций соединяются друг с другом и образуют две боковые стенки 31 риформера. Отдельные полости 35S секций соединяются и образуют внутреннюю полость 35 риформера. Трубы 59 реактора продолжают рядами по длине риформера. Сходным

образом, горелки 67 продолжают рядами вблизи каждой стороны рядов труб реактора и вдоль этой стороны. Трубы подачи, а именно, трубы 71 подачи сырья и трубы 63 подачи топлива также продолжают по длине риформера. Короба 75 и трубы 79 сбора синтез-газа также продолжают по длине риформера.

Катализатор загружают на производственной площадке с верхнего конца труб 59 реактора. Трубы подачи и трубы сбора и короба соединяют с соответствующим оборудованием. Кроме того, на неиспользуемые концы труб и коробов устанавливают крышки или эти концы закрывают.

Собранный риформер, который присоединен к остальной части установки, можно эксплуатировать согласно стандартным процедурам. Как показано фиг. 8, горелки 67 сжигают 68 топливо и обеспечивают нагрев внутренней полости 35. Тепло движется в риформере сверху вниз, нагревая трубы 59 реактора. Каждый ряд труб 59 реактора содержит горелки с каждой стороны. Таким образом, каждый ряд труб получает тепло с противоположных сторон. Дымовой газ выходит из полости в короба 75. Дымовой газ может использоваться для генерирования пара в котле.

Большая часть веса труб реактора и их содержимое поддерживается трубами 79 для сбора синтез-газа, которые, в свою очередь, опираются на грунт. Остальная часть веса труб реактора и их содержимое поддерживается опорными плечами 97 и пружинами 107. Когда риформер нагревается, трубы реактора расширяются вверх. Опорные плечи 97 и пружинное устройство 107 предусматривают такое расширение. Если трубы в одном ряду расширяются иначе, чем трубы в соседнем ряду, опорные плечи компенсируют это отличие, наклоняясь относительно горизонтали. И, наоборот, когда риформер выводят из эксплуатации и охлаждают, трубы реактора сжимаются в нижнем направлении.

Сырье движется в трубы 59 реактора и проходит через катализатор при требуемых температуре и давлении. Синтез-газ вырабатывается в трубах реактора и проходит в трубы 79 для сбора синтез-газа.

Риформер может быть изготовлен из секций с меньшими расходами, после чего эти секции могут быть собраны на месте в химической установке.

Могут быть использованы другие компоновки секций. Например, как показано на фиг. 8, ряды труб реактора и горелок продолжают не от конца до конца, а от боковой стороны до боковой стороны. Трубы 63, 71 подачи и короба 75 и трубы 79 сбора продолжают от конца до конца или перпендикулярно рядам труб реактора и горелок. Вблизи каждого открытого конца секции реактора расположен ряд горелок.

Несмотря на то, что предпочтительный вариант выполнения описан как паровой риформер метана коробчатого типа, изобретение можно использовать в риформерах коробчатого типа других видов.

Вышеприведенное описание и чертежи служат только для пояснения идей настоящего изобретения и не должны толковаться как ограничение.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Паровой риформер метана коробчатого типа, включающий множество секций, характеризующийся тем, что две или более секции содержат:

- a) верхнюю стенку, нижнюю стенку и боковые стенки, образующие внутреннюю полость;
- b) по меньшей мере, одну трубу подачи сырья, расположенную вдоль верхней стенки снаружи внутренней полости;
- c) по меньшей мере, одну трубу подачи топлива, расположенную вдоль верхней стенки снаружи внутренней полости;
- d) по меньшей мере, одну трубу сбора синтез-газа, расположенную снаружи нижней стенки;
- e) по меньшей мере, один короб сбора дымового газа, расположенный снаружи нижней стенки;
- f) горелки, расположенные во внутренней полости рядом с верхней стенкой и соединенные с трубой подачи топлива, обеспечивающие лучистый нагрев труб реактора;
- g) трубы реактора, расположенные во внутренней полости, причем трубы реактора соединены с трубой подачи сырья, каждая из труб реактора имеет нижний конец, соединенный с трубой сбора синтез-газа, нижние концы труб реактора поддерживаются трубой сбора синтез-газа, трубы реактора проходят через верхнюю стенку и расширяются и сжимаются относительно верхней стенки.

2. Паровой риформер метана коробчатого типа по п. 1, характеризующийся тем, что каждая из труб реактора имеет верхний конец, который поддерживается пружиной, подвешенной от верхней поддерживающей конструкции.

3. Паровой риформер метана коробчатого типа по п. 2, характеризующийся тем, что верхние концы двух труб реактора поддерживаются верхней опорой, которая предусматривает различное расширение и сжатие двух труб реактора.

4. Паровой риформер метана коробчатого типа, включающий множество секций, при этом две или более секции и содержащий:

- a) верхнюю стенку, нижнюю стенку и боковые стенки, образующие внутреннюю полость;
- b) по меньшей мере, одну трубу подачи сырья, расположенную вдоль верхней стенки снаружи внутренней полости;
- c) по меньшей мере, одну трубу подачи топлива, расположенную вдоль верхней стенки снаружи внутренней полости;

d) по меньшей мере, одну трубу сбора синтез-газа, расположенную снаружи нижней стенки;

e) по меньшей мере, один короб сбора дымового газа, расположенный снаружи нижней стенки;

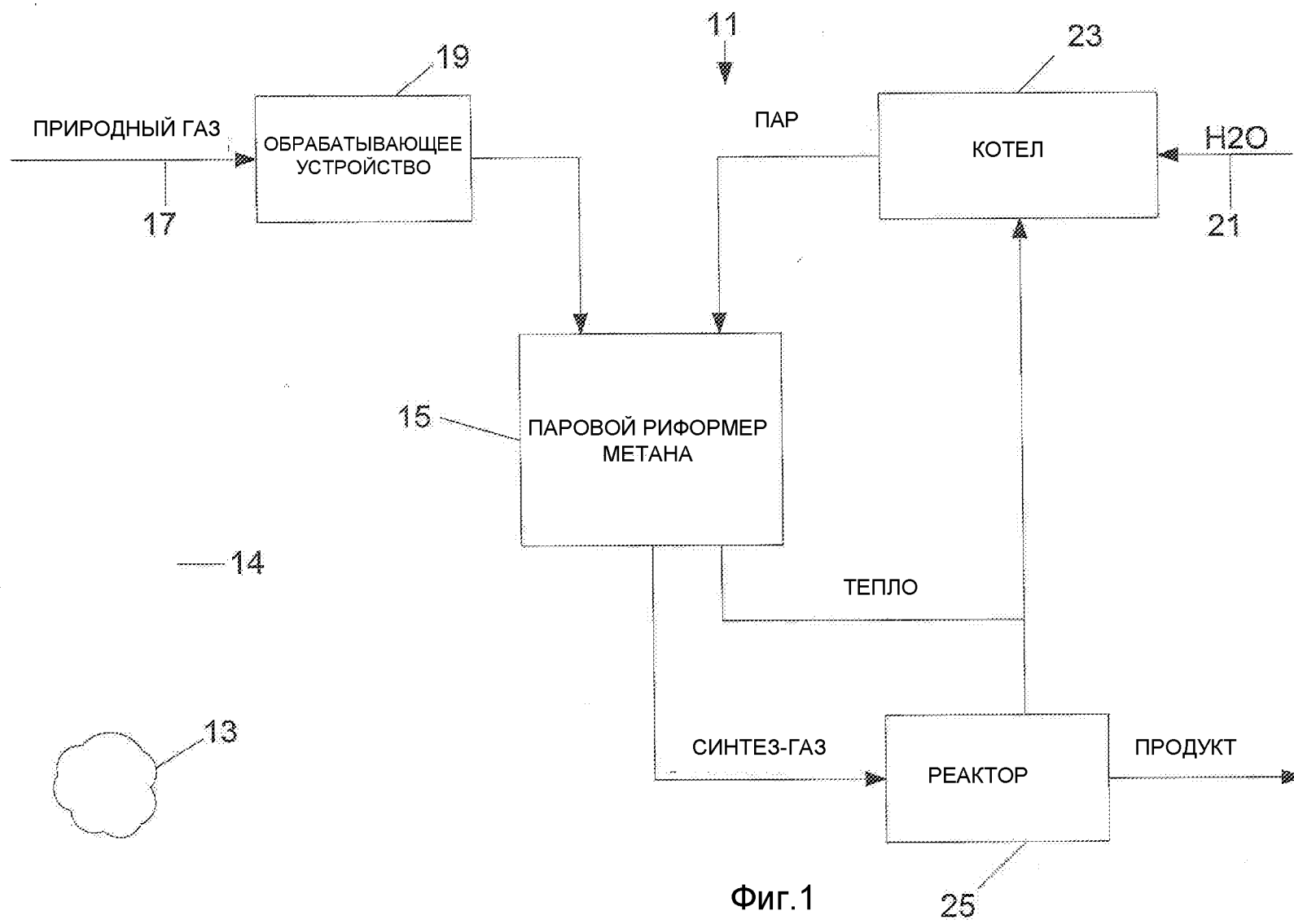
f) горелки, расположенные во внутренней полости рядом с верхней стенкой и соединенные с трубой подачи топлива, обеспечивающие лучистый нагрев труб реактора;

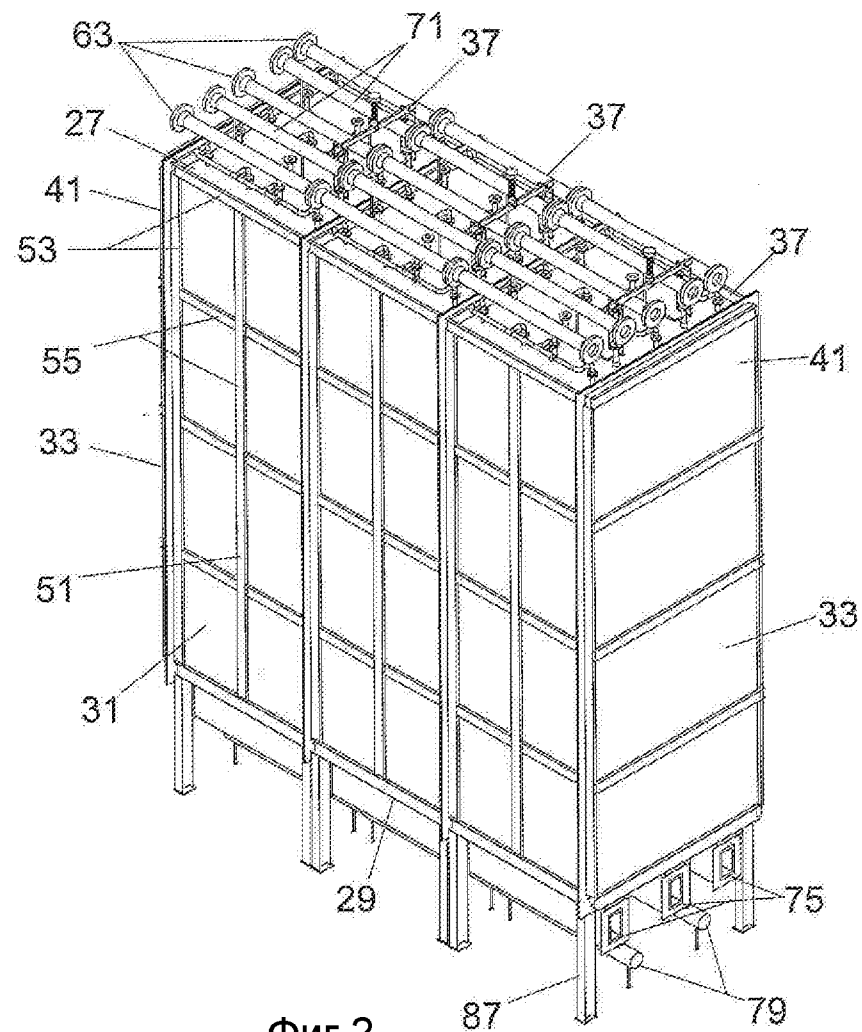
g) трубы реактора, расположенные во внутренней полости, причем трубы реактора соединены с трубой подачи сырья, каждая из труб реактора имеет нижний конец, соединенный с трубой сбора синтез-газа;

h) по меньшей мере, один паз в нижней стенке, причем паз выровнен с коробом сбора топливного газа;

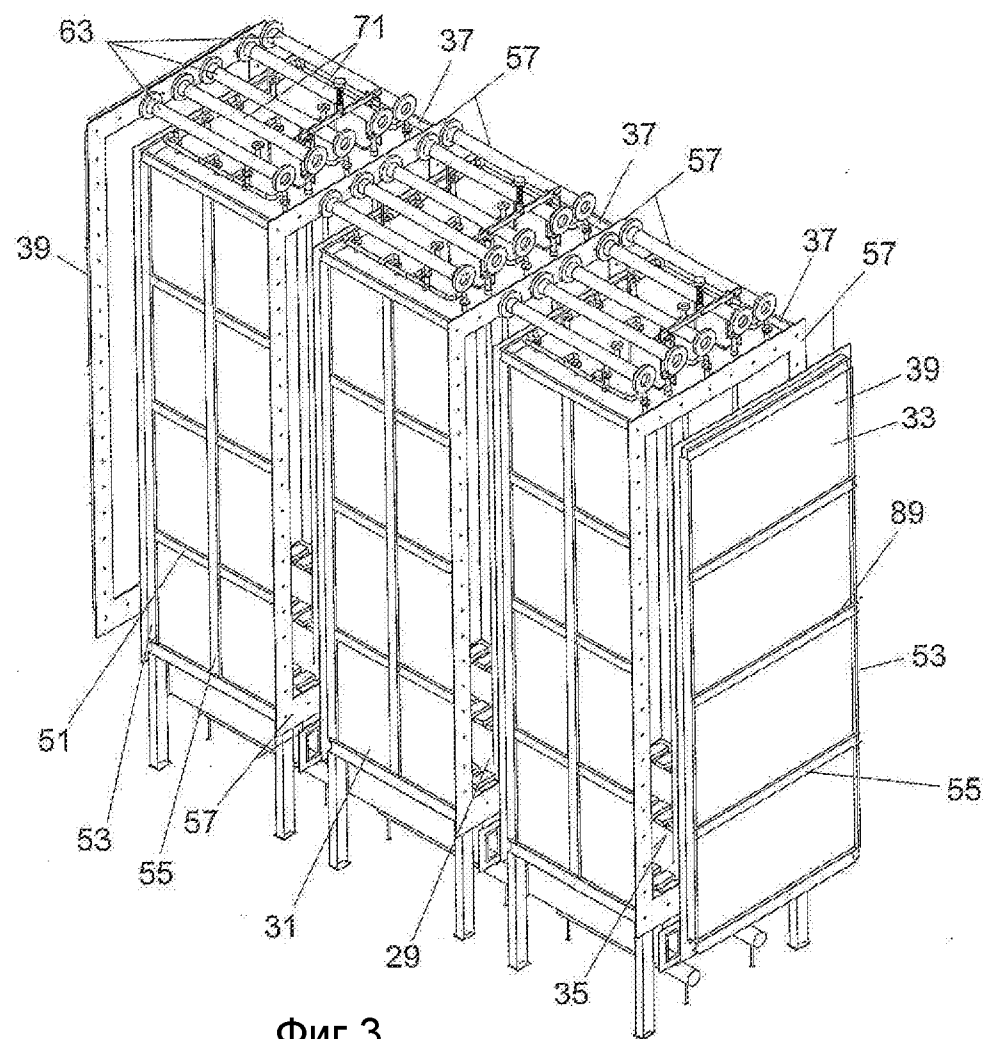
i) множество огнеупорных элементов, расположенных во внутренней полости и поперек паза, причем огнеупорные элементы отделены друг от друга зазорами, которые позволяют внутренней полости сообщаться с коробом сбора дымового газа.

5. Паровой риформер метана коробчатого типа по п. 4, в котором размер зазоров варьируется по длине паза от конца секции до конца секции.

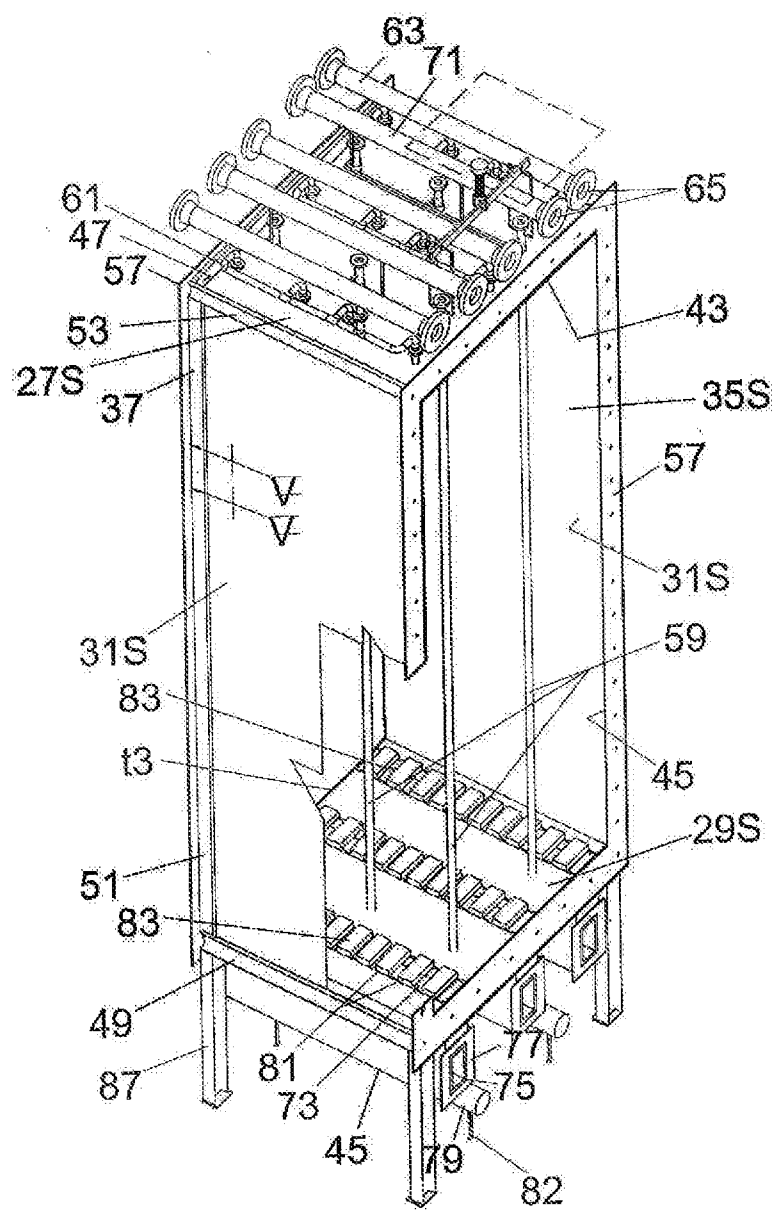




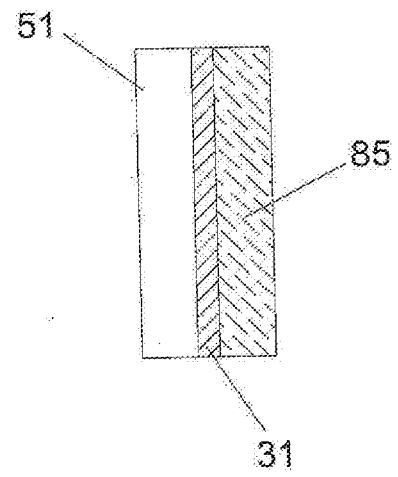
Фиг.2



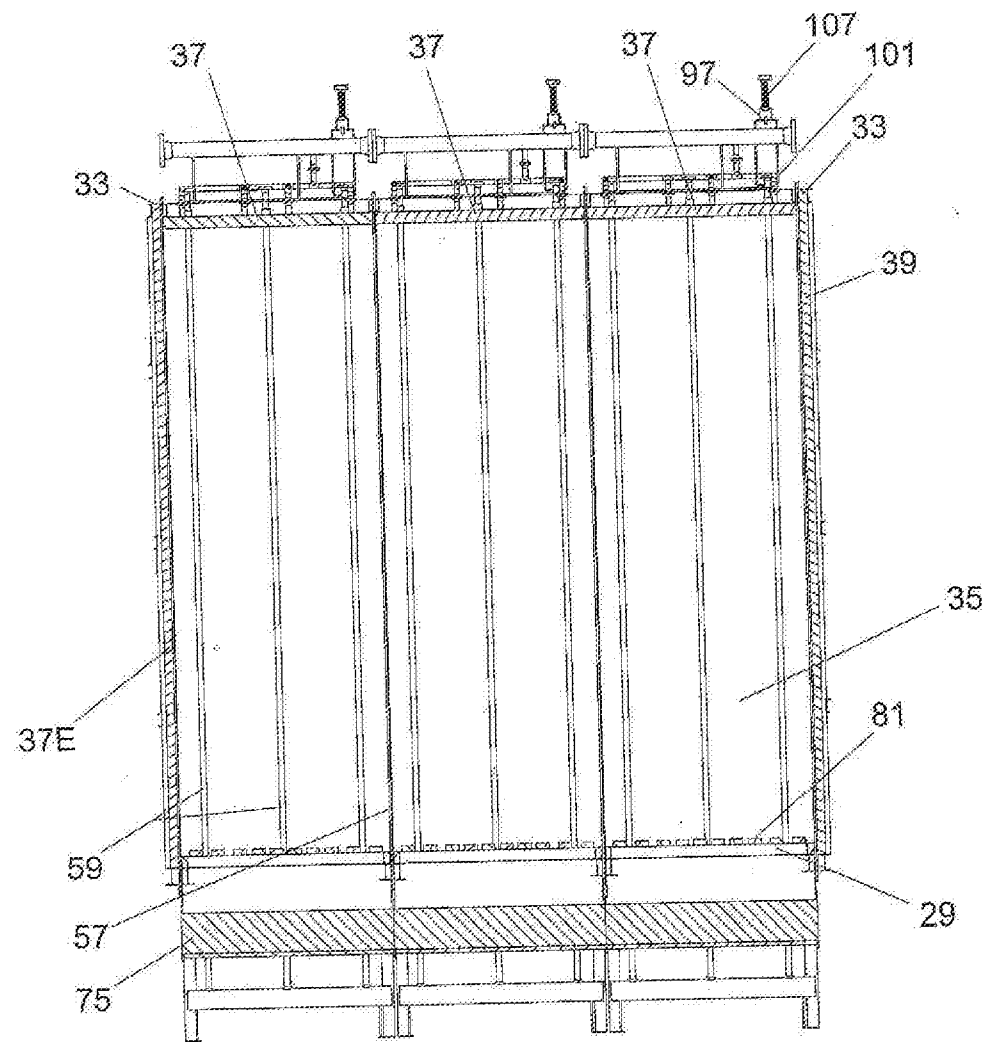
Фиг.3



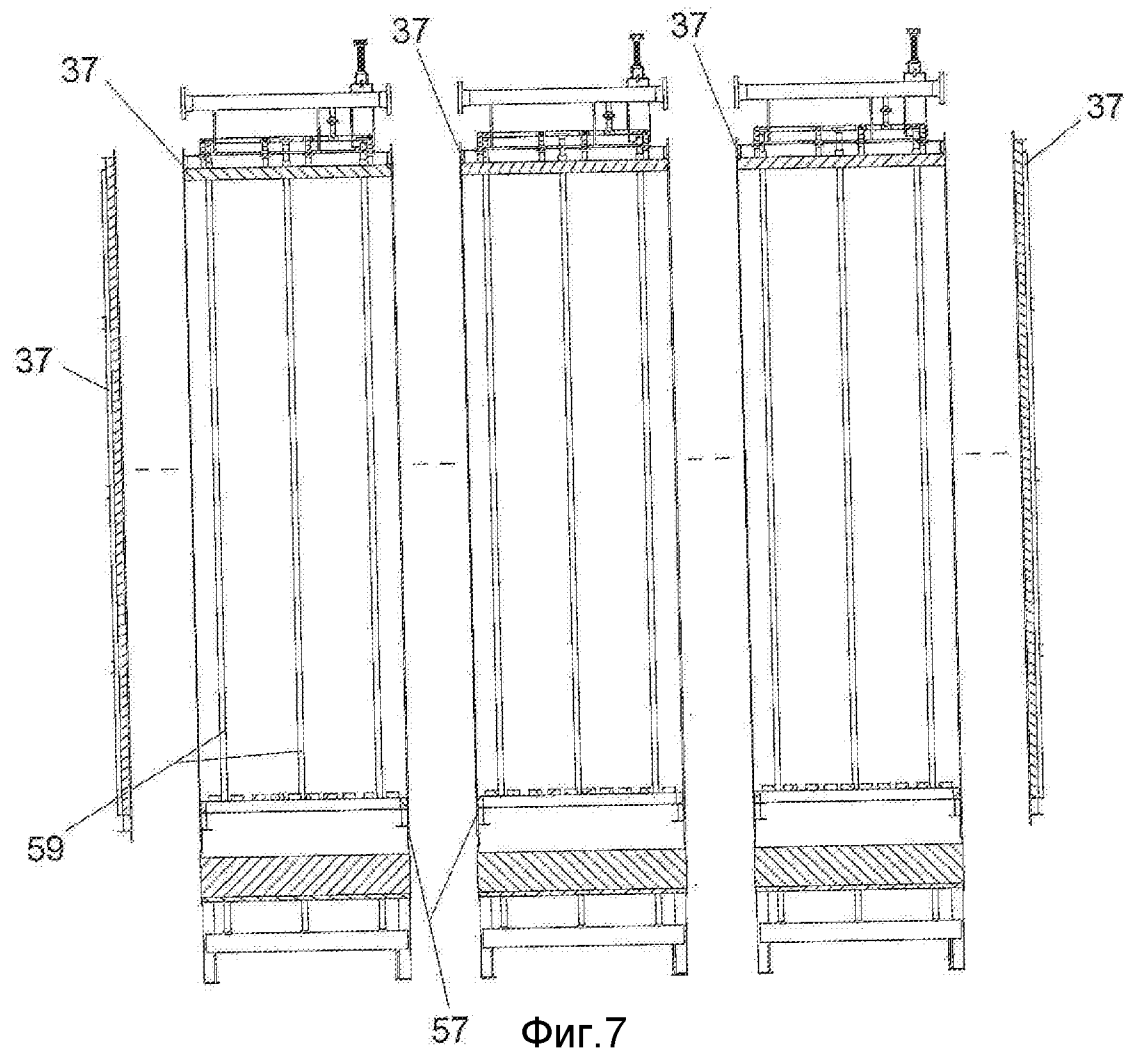
Фиг.4

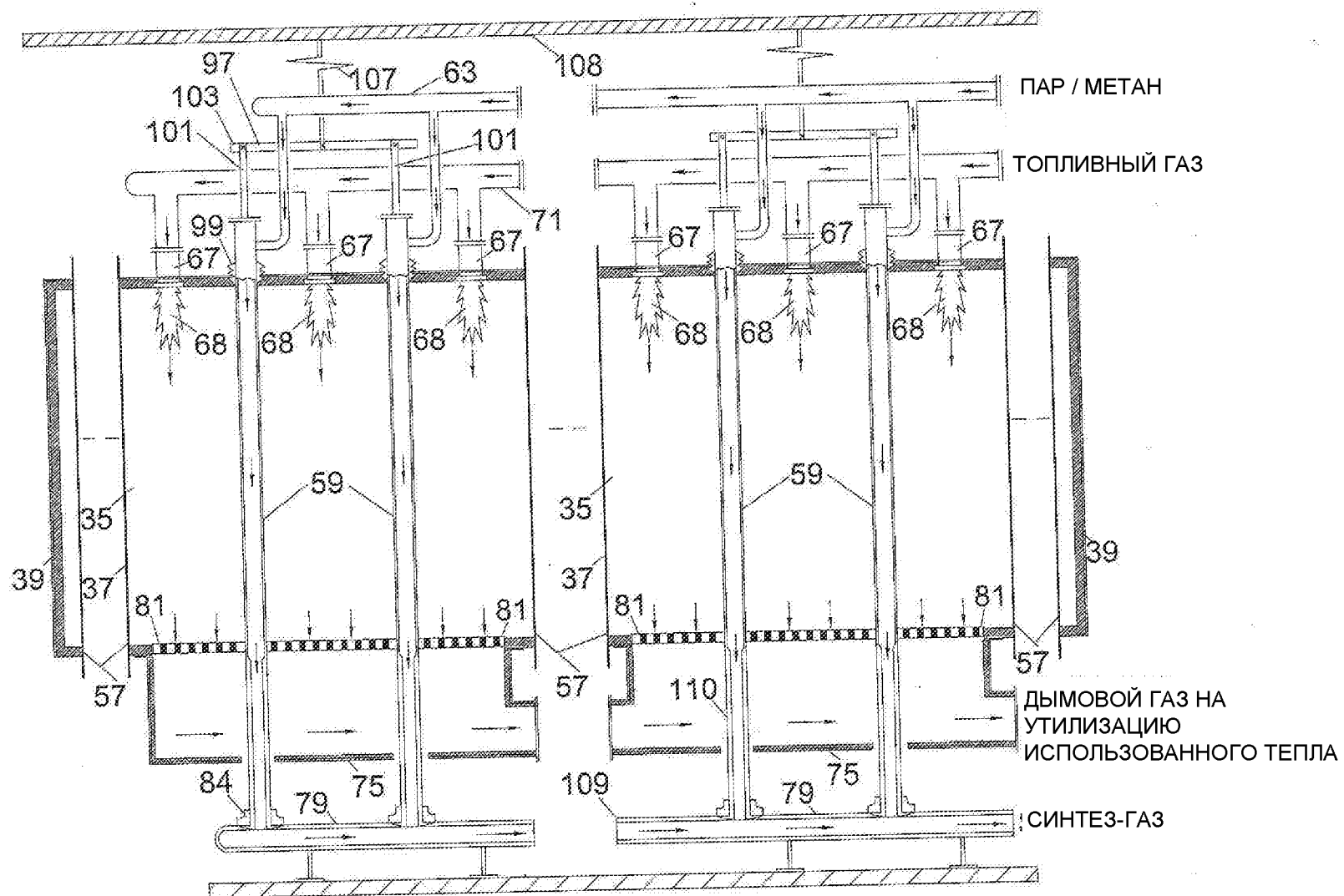


Фиг.5

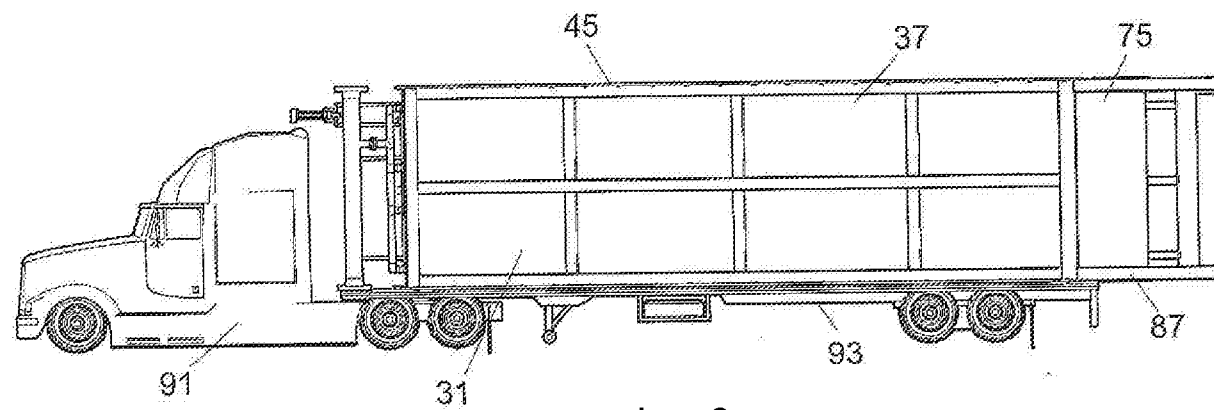


Фиг.6

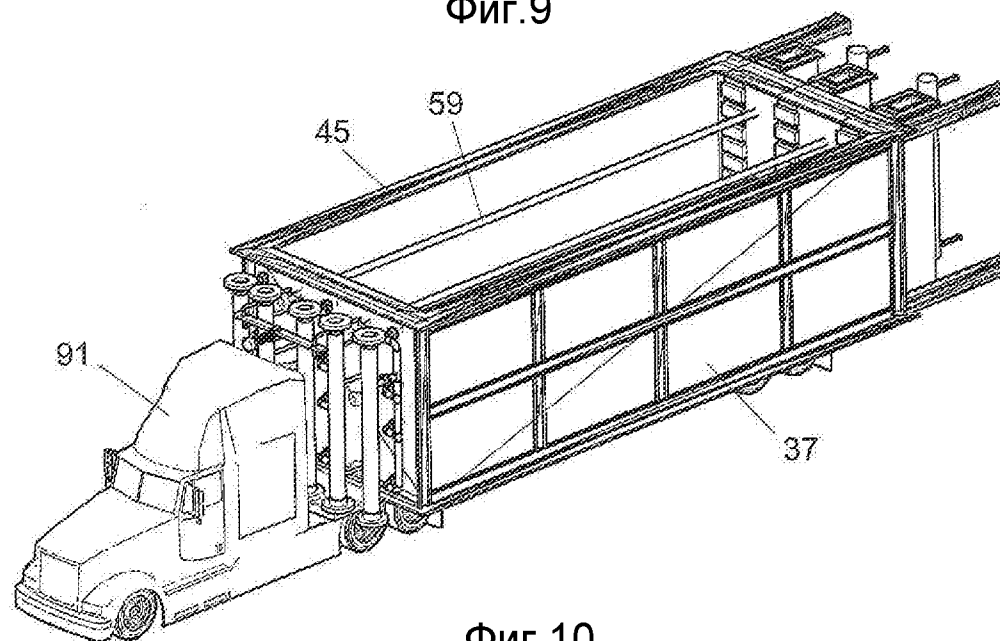




Фиг.8



Фиг.9



Фиг.10