



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (19) 1711659

A3

(51)5 В 01 F 3/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К ПАТЕНТУ

(21) 4356534/26
(22) 12.08.88
(31) 085159
(32) 14.08.87
(33) US
(46) 07.02.92. Бюл. № 5
(71) ДЕЙВИ МАККИ КОРПОРЕЙШН (US)
(72) Майкл Данстер (GB), Джозеф
Д. Корчак и Джером Х. Мартен (US)
(53) 66.023.028 (088.8)
(56) Патент США № 3871838,
кл. 48-107, 1971.

Заявка Великобритании № 1394813,
кл. В 01 F 3/02, 1975.

(54) ГАЗОВЫЙ СМЕСИТЕЛЬ С РАСПРЕДЕЛИ-
ТЕЛЕМ
(57) Изобретение относится к аппара-
турному оформлению процесса частич-
ного окисления углеводородного сырья.
Оно обеспечивает повышение производи-
тельности смесителя. Смеситель с
распределителем газа для реактора со-
держит первую и вторую впускные каме-
ры. Вторая камера располагается меж-
ду первой камерой и входом в реакци-
онную камеру аппарата. Во второй ка-

мере установлен пучок труб, образу-
ющих каналы, простирающиеся от первой
камеры до входа в реакционную каме-
ру. Каналы выполнены двухсекционными.
Верхние секции каналов имеют постоян-
ную площадь поперечного сечения. В
стенках труб этой секции выполнены
отверстия, сообщающие вторую впуск-
ную камеру с полостью труб. Попереч-
ное сечение нижних частей каналов
постепенно увеличивается, чтобы
уменьшить скорость и свести к мини-
муму образование завихрения и рецирку-
ляции на входе в камеру реакционного
аппарата. Каналы могут быть образова-
ны горизонтальными трубами с продол-
говатым поперечным сечением, в резуль-
тате чего их конфигурация очевидна.
Трубы снабжены клинообразными након-
ечниками, которые могут быть выпол-
нены заодно с ними. Клинообразные на-
конечники образуют секцию каналов с
постоянно увеличивающейся площадью
поперечного сечения. В наконечниках
выполняются каналы для подачи ох-
лаждающей жидкости. 6 з.п. ф-лы,
11 ил.

Изобретение относится к устройст-
ву для смешивания двух или более газовых
потоков и распределения и подачи об-
разованной газовой смеси на вход в
реакционный аппарат, например для
смешивания газообразного углеводород-
ного сырья с содержащим кислород
газом с последующей подачей образо-
ванной смеси в каталитический реак-
ционный аппарат для частичного окис-
ления углеводородного сырья.

Цель изобретения - повышение про-
изводительности смесителя.

На фиг.1 представлен реакционный
аппарат, на входе которого установ-
лен выполненный по настоящему изобре-
тению блок смесителя с распределите-
лем газа, вертикальный поперечный
разрез; на фиг.2 - узел I на фиг.1;
на фиг.3 - вид А на фиг.2; на фиг.4 -
вид Б на фиг.2; на фиг.5 - узел I
на фиг.1, иллюстрирующий критические

(19) **SU** (19) 1711659

A3

Р-170-36

размеры; на фиг.6 - вид Б на фиг.5, иллюстрирующий модифицированную конструкцию распределителя; на фиг.7 - увеличенный вертикальный поперечный разрез, идентичный фиг.2, но иллюстрирующий модифицированный блок смесителя и распределителя; на фиг.8 - модификация съемного блока смесителя с распределителем газа; на фиг.9, - вид Г на фиг.8; на фиг.10 - узел II на фиг.8; на фиг.11 - модифицированный трубчатый элемент, показанный на фиг.10, поперечный разрез.

Реакционный аппарат для частичного окисления газообразного исходного сырья (фиг.1) содержит блок 1 смесителя с распределителем исходного сырья. Блок 1 смесителя с распределителем смешивает исходное сырье с оксидантом и подает образованную смесь на вход в реакционную камеру каталитического аппарата 2, в котором происходит частичное окисление исходного сырья с конечным образованием продукта, который затем проходит через выпускную секцию 3. Исходное сырье может быть представлено углеводородным газом или испаряемой углеводородной жидкостью, которая подвергается преобразованию или конверсии. Оксидант представлен богатым кислородом потоком газа, в качестве которого может выступать чистый кислород, воздух или богатый кислородом воздух. Пар можно вводить в углеводородное исходное сырье и/или в поток газообразного оксиданта.

Блок 1 смесителя с распределителем можно использовать в реакционных аппаратах многих типов, помимо описываемого в примере каталитического реакционного аппарата для частичного окисления исходного углеводородного потока. В последнем случае вводимые в реакционную камеру два или более газообразных реагирующих вещества должны предварительно обязательно равномерно и тщательно перемешиваться. Блок 1 особенно пригоден для экзотермических реакций, когда необходимо осуществление реакции каким-то регулируемым образом внутри катализатора. К наиболее распространенным другим типам реакционных аппаратов относятся те, которые используются в процессе осуществления автотермального реформинга или вторичного реформинга с целью получения

таких продуктов, как аммиак, метанол, синтез-газ и т.д. Реакционный аппарат включает в себя внешнюю оболочку 4 из конструкционного металла, например из углеродной стали, вместе с верхней частью 5, прикрепленной к оболочке болтами (не показаны) или иным образом. Слой изоляции 6, например, из выдерживающего температуру в 1260°C (2300°F) изоляционного материала на основе керамического волокна ВРСГ, прикрепляется к внутренней стороне верхней части оболочки 4, включая верхнюю часть 5. В нижней части блока 1, в секции реакционного аппарата 2 и в секции 3 выпускного отверстия на внутренней стороне оболочки закреплены слои 7 - 9. Слой 7 представлен отливаемым или эквивалентным изоляционным материалом, например выдерживающим температуру в 1090°C (2000°F) керамическим изоляционным материалом с низким содержанием железа и высокой степенью чистоты. Слой 8 также представлен отливаемым или эквивалентным слоем изоляционного материала, но содержащим 60% окиси алюминия, что дает ему возможность выдерживать температуру в 1650°C (3000°F). Внутренний слой 9 представлен огнеупорным или эквивалентным слоем, например слоем изоляционного материала, состоящим как минимум на 97% из окиси алюминия с керамическими анкерами, или изоляционного кирпича, состоящим как минимум на 97% из окиси алюминия и способным выдерживать внутренние температуры реакционного аппарата.

Кроме того, с целью недопущения диффузии реагирующих веществ, а следовательно, и сгорания внутри огнеупорного слоя, между внутренней стороной огнеупорного слоя и слоем катализатора можно поместить оболочку из непористого сплава металла (не показана).

В секции реакционного аппарата 2 установлена стопка монолитных каталитических дисков 10 промышленного образца, причем между каждой смежной парой дисков проложены кольца 11 из материала с высоким содержанием оксида алюминия. Вся стопка дисков опирается на решетку, представленную стержнями 12, выполненными из материала с высоким содержанием оксида алюминия. Исходный материал для катали-

затора выбирается с учетом происходящей реакции. Для осуществления реакций частичного окисления вполне приемлемы платино-палладиевые каталитические материалы, родиевые каталитические материалы и прочие каталитические материалы с сильной развитой площадью поверхности, например, оксид алюминия или каталитические материалы, которые используются в каталитических преобразователях систем выпуска выхлопных газов автомобилей.

В нижней части аппарата 2 выполнено отверстие 13, в котором установлена трубка 14, простирающаяся под нижним каталитическим диском 10 и предназначенная для измерения температуры или для отвода образцов продукта.

Выпускная секция 3 выполнена такой формы, чтобы ее можно было надежно и просто соединять с расположенным ниже паровым котлом-утилизатором (не показан) и/или с другим технологическим оборудованием.

В блоке 1 смесителя с распределителем первое впускное отверстие 15, расположенное по центру верхней части 5, сообщается с первой камерой 16 в виде питающей воронки. Воронка с помощью опорных элементов 17 надежно крепится в верхней части 5. Вторые впускные отверстия 18 проходят через боковые отверстия оболочки 4 и сообщаются с второй камерой 19, которая установлена между верхней камерой 16 и впускным отверстием секции каталитического аппарата 2. Установленное в центральной части верхней стенки 20 камеры 19 кольцо 21 обеспечивает герметическое зацепление с нижней кромкой воронки так, что стенка 20 будет образовывать общую стенку между первой камерой 16 и второй камерой 19. Камера 19 снабжена верхней внешней кольцеобразной частью 22, которая опирается на верхнюю поверхность огнеупорного слоя 9 или крепится к оболочке 4. В камере 19 установлен пучок труб 23, который простирается вниз в огнеупорный слой 9.

Множество удлиненных трубок 24 имеют верхние концы, которые располагаются в верхней стенке 20 камеры 19, трубки образуют каналы, сообщаемые с первой камерой 16. Нижние концы трубок 24 прикреплены к эле-

менту 25. Каналы выполнены двухсекционными. Первая секция 26 имеет постоянное проходное сечение, а вторая секция 27 - постоянно увеличивающееся по ходу газа проходное сечение. Элемент 25 образует донную стенку второй камеры 19, отделяющую ее от реакционной камеры. В стенках трубок 24 образованы отверстия 28, которые направляют потоки из камеры 19 в каналы трубок 24.

Впускные отверстия 15 и 18, воронка и опорные элементы 17 выполнены из обычного стойкого к коррозии и высоким температурам материала, например из нержавеющей стали или выдерживающего высокие температуры сплава, тогда как камера 19, трубки 24 и элемент 25 выполнены из обычного выдерживающего высокие температуры сплава, например, из фирменного сплава "Хастеллой X" или из материала огнеупорного типа.

Количество трубок 24, внутренний диаметр D (фиг. 5) трубок 24, а также размер d и количество отверстий 28 в каждой трубке выбираются в зависимости от давлений и скоростей ввода газа через впускные отверстия 15 и 18 и с таким расчетом, чтобы внутри трубок 24 образовывался турбулентный поток со скоростью, которая будет превышать скорость обратного воспламенения (проскока пламени) смеси. Минимальное расстояние h отверстий 28 от нижней части секции 26 трубки 24 выбирается с таким расчетом, чтобы оно было равно или больше расстояния, которое необходимо для гарантирования по существу полного смешивания газовых потоков из камер 16 и 19 в условиях наличия в каналах турбулентности. Размер внутреннего диаметра D трубок 24, а также длина этих же трубок выбираются с таким расчетом, чтобы образовать перепад давления в газе, проходящем из камеры 16 в реакционную камеру, достаточный для образования по существу равномерных потоков газа через трубки 24 из камеры 16. Точно так же размер отверстий 28 выбирается с таким расчетом, чтобы создать перепад давления между камерой 19 и внутренней частью трубок 24, достаточный для образования в основном равномерных объемов потоков газа, которые проходят через отверстия 28 и попадают в трубки 24.

Минимальная скорость потока газа внутри трубок 24 выбирается в зависимости от типа, температуры и плотности вступающего в реакцию газа. Для смеси из природного газа и воздуха, в которой при температуре и давлении окружающей среды практически не содержится водорода, выбирается скорость в 1 м/с (3 фута/с) (минимальная), однако для более высоких температур и давлений во впускном отверстии или в случае содержания в смеси относительно высокого процента водорода минимальная температура может быть более высокой. Типичные минимальные скорости для смесей из углеводородного газа и воздуха при давлении во впускном отверстии 2750 кПа (400 фунтов на кв. дюйм) и при температурах во впускном отверстии 500°С (эти параметры типичны для реакций частичного окисления) находятся в диапазоне от 6 до 55 м/с (или от 20 до 180 фунтов в секунду) или выше.

Расширяющиеся каналы в элементе 25 выполнены таким образом, чтобы они обеспечивали уменьшение скорости потока газа с конечным образованием равномерного распределения потока газа по всему сечению катализатора. Боковые стенки каналов в элементе 25 можно выполнить прямыми или изогнутыми в вертикальном сечении плоскости. Степень увеличения площади поперечного сечения канала в секции 27 по направлению вниз, т.е. угол α , который образуется между стенкой канала и прямой стенкой трубок 24, должен быть равен или меньше 15°, а оптимально равен или меньше 7°, чтобы иметь возможности свести к минимуму или даже вообще устранить возможность образования завихрений внутри расширяющихся каналов, которые будут стимулировать образование пламени в канале. Конфигурация донной части канала секции 27 (фиг. 4) выполнена круглой. Чтобы избежать образования участков 29, которые способствуют возникновению завихрения в выпускном отверстии элемента 25, каналы секции 27 можно удлинить, что обусловит обязательное уменьшение площади участка 29 до простой точки. На фиг. 6 показан модифицированный вариант изобретения, в котором каналы секции 27 выполнены с шес-

тиугольным сечением. В данном случае можно использовать и другие сечения донных отверстий, например они могут иметь прямоугольное, треугольное и прочие сечения; важно, чтобы эти отверстия обеспечивали по существу равномерное распределение потока газовой смеси по слою катализатора.

В канале секции 27 может происходить воспламенение, особенно около слоя катализатора, однако реакция окисления происходит главным образом в пределах слоя катализатора. Существует также возможность повысить температуру подаваемого газа выше температуры воспламенения газовой смеси. В этом последнем случае скорости потока газа в трубках 24 выбираются с таким расчетом, чтобы сократить продолжительность пребывания газа в каналах трубок 24 до продолжительности, которой будет явно недостаточно для гарантирования полной реакции газовой смеси. Было установлено, что, если до момента ввода газов в расширяющиеся секции 27 они не были полностью перемешаны, тогда эти газы стремятся остаться в этом состоянии, т.е. не полностью смешанными, что вызывает расхождение и уменьшение скорости потоков газа. И тем не менее, было установлено, что в пределах секций 26 в трубках 24 происходит полное перемешивание газов на участке минимального расстояния h , что в данном случае обусловлено высокоскоростным турбулентным потоком. Кроме того, введение потоков через отверстия 28 поперек потока в трубках 24 образует дополнительную турбулентность в потоках, которые опускаются вниз по трубкам, что собственно еще более усиливает перемешивание.

В показанном на фиг. 7 варианте изобретения нижняя или донная часть камеры 19 закрыта стенкой 30. Трубки 24 проходят через донную стенку 30, в которой они крепятся, например, сваркой. Нижние концы трубок 24 выдаются вниз. Кроме того, элемент 25 будет открытым, что уменьшает вес и необходимое для получения элемента 25 количество исходного материала.

На фиг. 8-10 показан еще один вариант изобретения, в соответствии с которым удлиненное равномерное поперечное сечение верхних секций 26 ка-

нала, которые соединяются с камерой 16, образовано щелевидными каналами 31 между горизонтальными трубами 32, имеющими продолговатое поперечное сечение и установленными поперек второй камеры 19. Таким образом каналы 30 с постоянной площадью поперечного сечения получают щелевидными. Трубы 32 соединяются на противоположных концах с кольцеобразной камерой 33, которая принимает в себя поток газа через впускные отверстия 18. Отверстия 34, выполненные в горизонтальных рядах, обеспечивают сообщение между внутренней камерой 35 труб 32 с каналами 31. Вертикальная длина секции 26, а также горизонтальная ширина камер 35 в трубах 32 выбираются с таким расчетом, чтобы поддержать равномерное давление по всей горизонтальной длине трубок 32, а количество и диаметр отверстий 34 выбираются с таким расчетом, чтобы обеспечить значительный перепад давления на отверстиях 34, и гарантировать равномерный поток газа из отверстий 34 в щелевидные каналы 31. Ширина каналов 31, а также вертикальный их размер выбираются с таким расчетом, чтобы образовать перепад давления из верхней камеры 16 с конечным поддержанием равномерного распределения через входы в каналы 31 и тем самым гарантировать образование равномерного потока газа через каналы 31, что в конечном итоге будет допускать использование скорости потока, которая будет выше скорости обратного воспламенения газовой смеси, и образование турбулентного потока. Минимальное расстояние, на котором отверстия 34 располагаются над нижним концом секции 26 с равномерным сечением каналов, будет равно или чуть больше минимального расстояния, которое гарантирует по существу полное перемешивание газовых потоков. Трубы 32 в нижней части снабжены клинообразными элементами 36, которые устанавливаются на или выполняются заодно целое с нижними кромками трубок 32 с целью образования расходившихся нижних секций 27 каналов, чтобы уменьшить скорость потока и свести к минимуму или вообще устранить образование завихрений газа или спирального потока на входе в слой катализатора. Образованные в

элементах 36 каналы 37 могут передавать охлаждающую жидкость, например воду.

На фиг. 11 показана модифицированная трубка 38, которая может заменить трубку или трубки 32. В своей нижней части модифицированная трубка 38 может иметь форму показанных на фиг. 10 клинообразных элементов 36.

Смеситель работает следующим образом.

В показанной на фиг. 1 конструкции реакционного аппарата протекает каталитическое частичное окисление, например, природного газа, содержащего 95 об. % метана, остальная часть приходится на этан, пропан, азот и диоксид углерода. Газ смешивается с паром и воздухом с конечным образованием смеси, содержащей примерно 20 об. % природного газа, примерно 60 об. % воздуха и примерно 20 об. % пара. Пар подразделяется и вводится как в поток природного газа, так и в поток воздуха перед впускными отверстиями 15 и 18. Газообразный углеводород с температурой в 550°C подается через впускное отверстие 15 диаметром в 0,254 м под давлением 2760 кПа. Поток воздуха с температурой 550°C подается через два впускных отверстия 18 диаметром 0,152 м под давлением 2960 кПа и со скоростью примерно 34 м/с. Диаметр нижней части камеры 19 равен 0,68 м, а диаметр верхней части 22 равен 0,91 м. В данной конструкции используются 261 трубка 24 с внутренним диаметром 12,7 мм и длиной в 0,51 м каждая. В каждой трубке образовано шесть отверстий 28 диаметром 3,2 мм каждое, причем четыре отверстия располагаются с одинаковым интервалом вокруг каждой трубки на расстоянии 0,102 м над нижним концом секции 26, а остальные два отверстия располагаются напротив друг друга на расстоянии 0,152 м над нижним концом трубки. Нижний элемент 25 имеет толщину в 0,127 м, а секции 27 канала выполнены конусообразными с диаметром в верхней части в 12,7 мм и с диаметром в нижней части в 44,5 мм. Давления внутри камер 16 и 19 поддерживаются в основном на уровне давлений во впускном отверстии. Скорость потока газа в трубках 24 над верхними отверстиями равно

примерно 52 м/с, а между нижними отверстиями и нижним концом трубок она равна примерно 107 м/с. В расходящихся каналах скорость потока газа уменьшается с 107 м/с в верхнем конце до 9 м/с в нижнем конце или на входе в катализатор.

Различные приведенные выше размеры предназначены для реакции какого-то специфического газообразного углеводорода и воздуха, подаваемых при каких-то специфических скоростях. Следует иметь в виду, что эти размеры и скорости будут иными для других газообразных углеводородов, кислорода или обогащенного воздуха, для иных катализаторов и иных скоростей подачи.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Газовый смеситель с распределителем для подачи газовой реагентной смеси в реактор, содержащий последовательно размещенные первую камеру с впускным отверстием для одного газообразного агента, вторую камеру с впускным отверстием для второго газообразного агента и реакционную камеру, размещенный во второй камере пучок труб, образующих ряд каналов, сообщающих первую камеру с реакционной и имеющих в боковых стенках ряд отверстий, сообщающих каналы с полостью второй камеры, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности смеси-

теля, каналы выполнены двухсекционными, при этом первая секция, со стороны первой камеры, выполнена с постоянным проходным сечением, а вторая со стороны реакционной камеры, - с постоянно увеличивающимся по ходу газа проходным сечением.

2. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что верхняя часть труб закреплена в стенке, отделяющей первую камеру от второй.

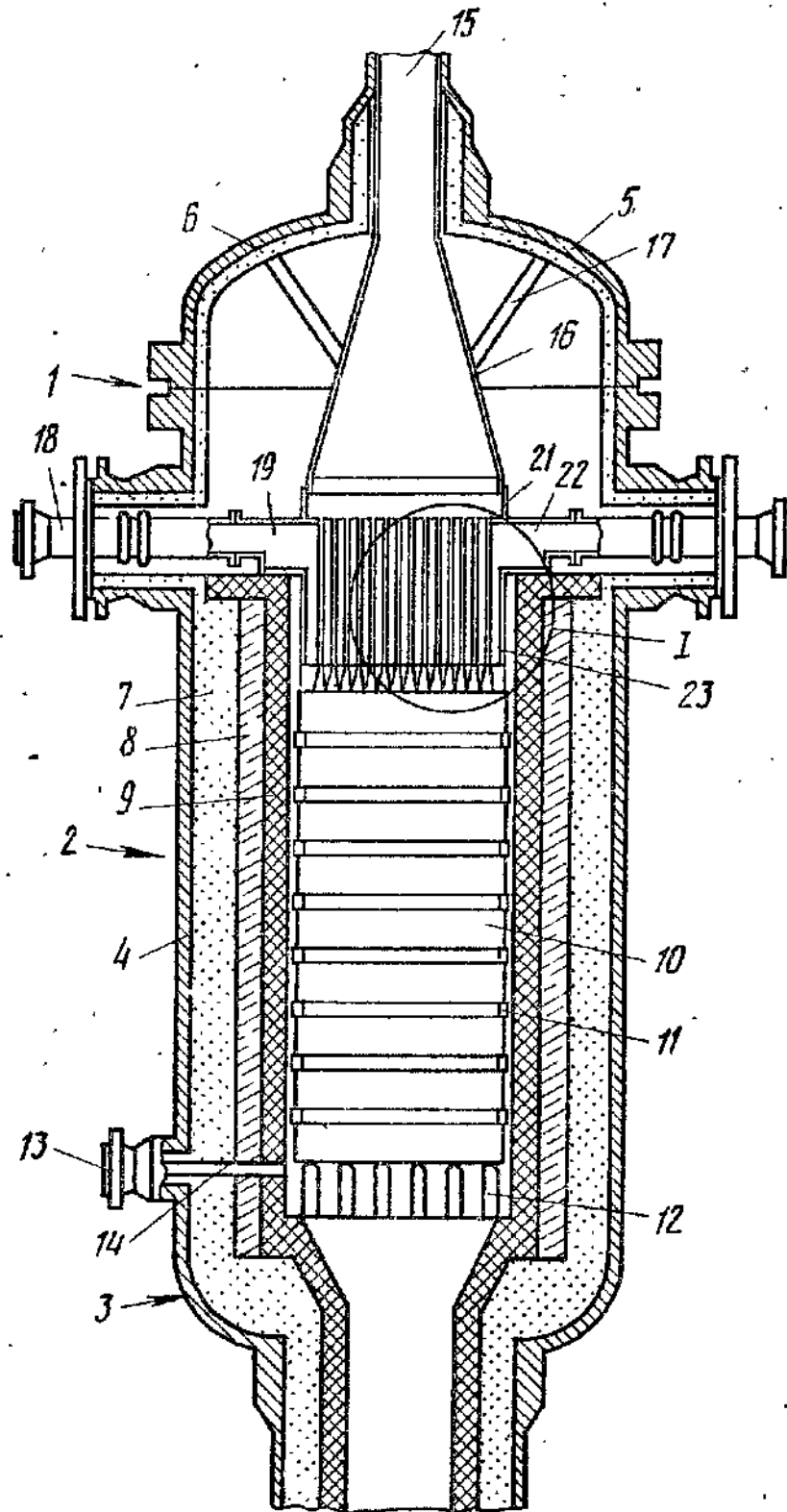
3. Смеситель по п.2, отличающийся тем, что каналы с постепенно увеличивающимся проходным сечением выполнены в донной стенке второй камеры, отделяющей ее от реакционной камеры.

4. Смеситель по п.2, отличающийся тем, что участки труб, образующие каналы с увеличивающимся проходным сечением, размещены под донной стенкой второй камеры.

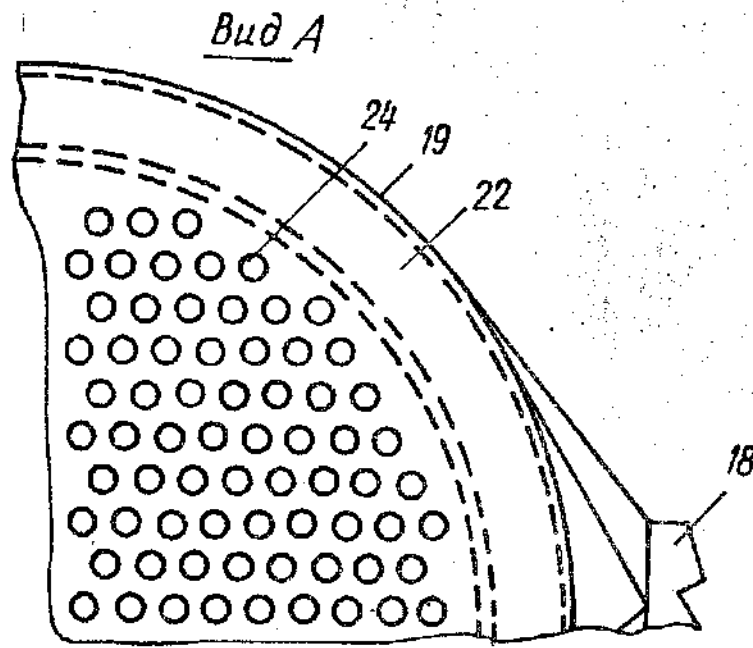
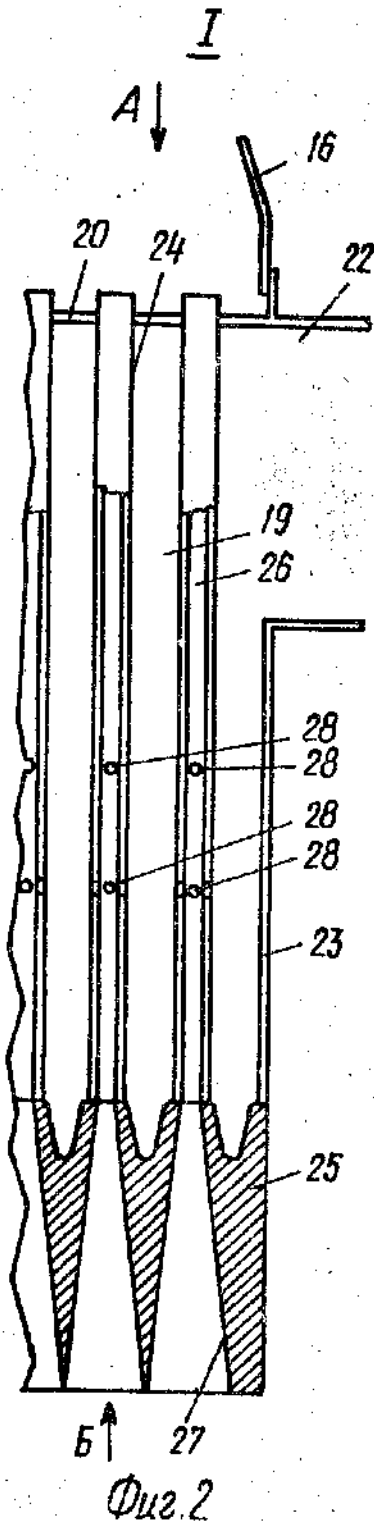
5. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что трубы во второй камере имеют продолговатое поперечное сечение и размещены поперек второй камеры с образованием каналов в виде щелей.

6. Смеситель по п.5, отличающийся тем, что трубы снабжены клинообразными в сечении элементами, установленными на нижних краях труб с продолговатым сечением или выполненными заодно с ними.

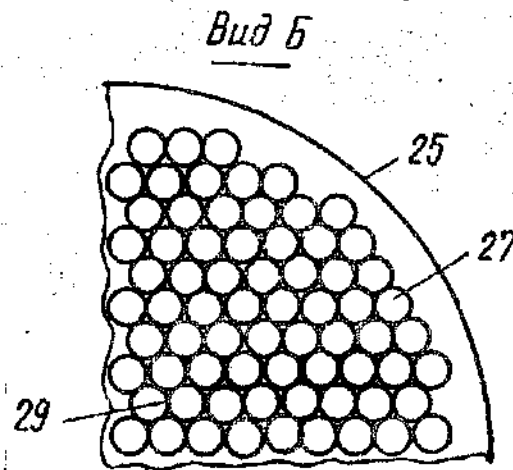
7. Смеситель по п.6, отличающийся тем, что в элементах с клинообразным сечением выполнены каналы для подачи охлаждающей жидкости.



Фиг. 1

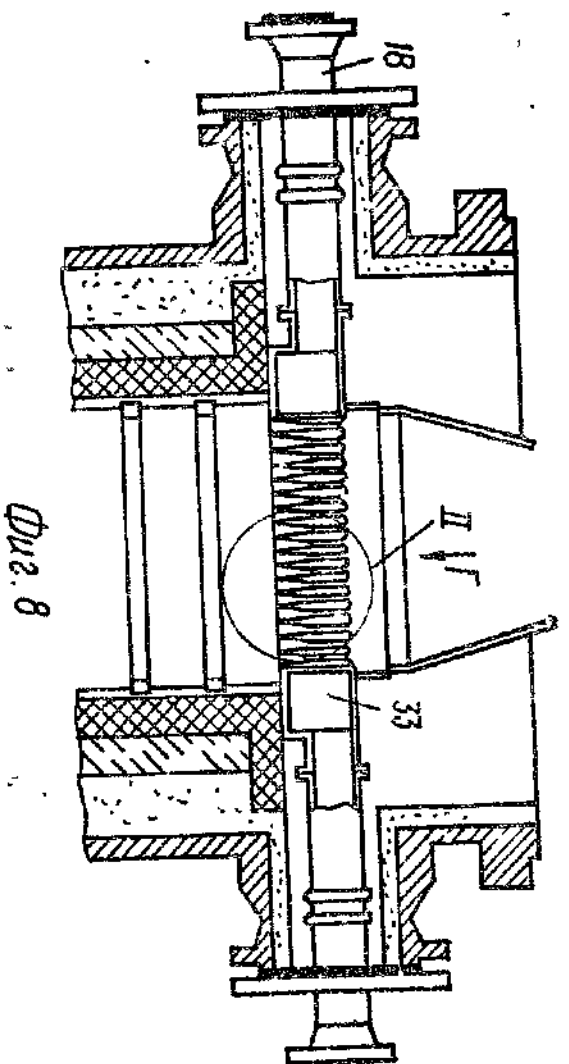
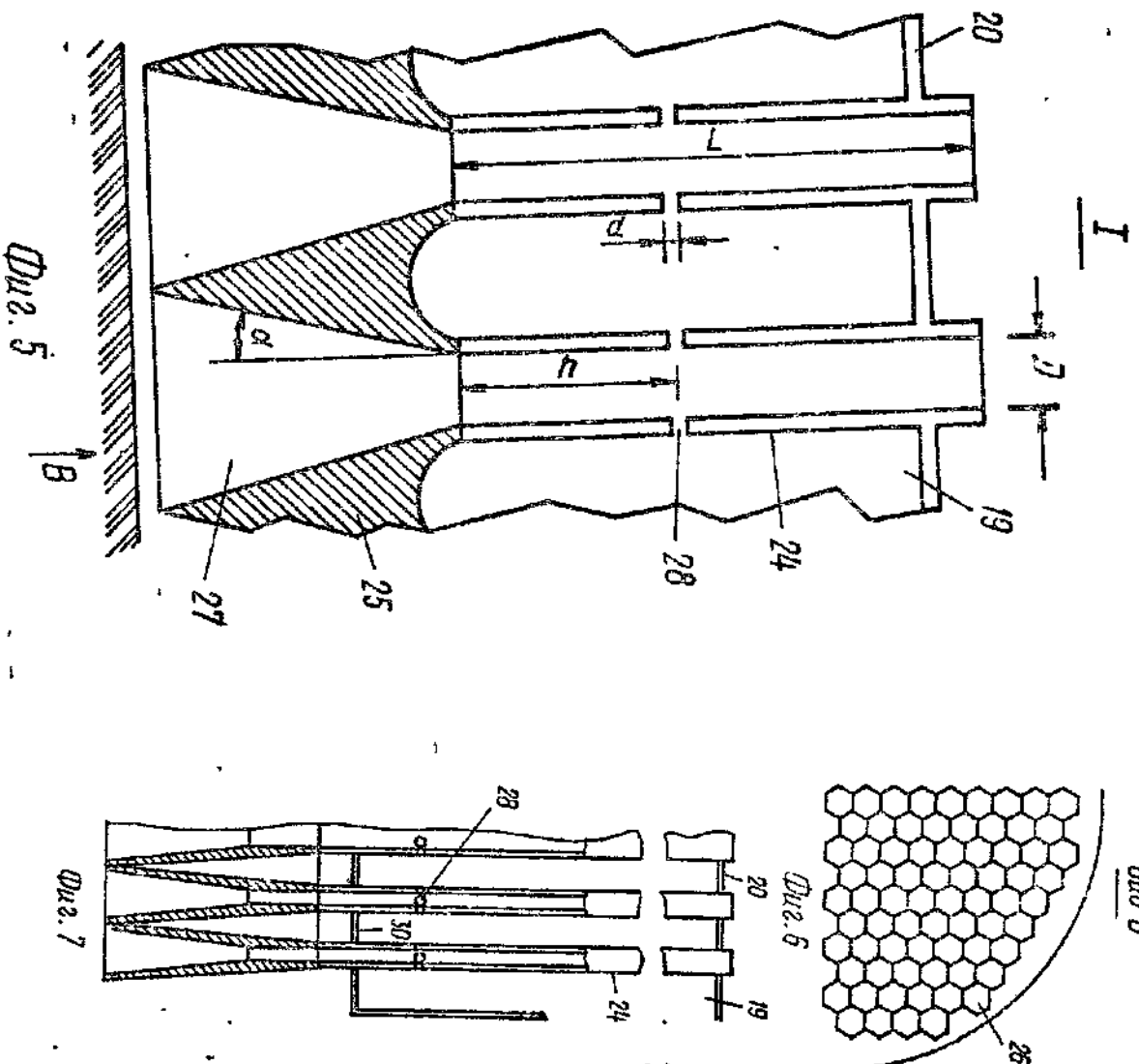


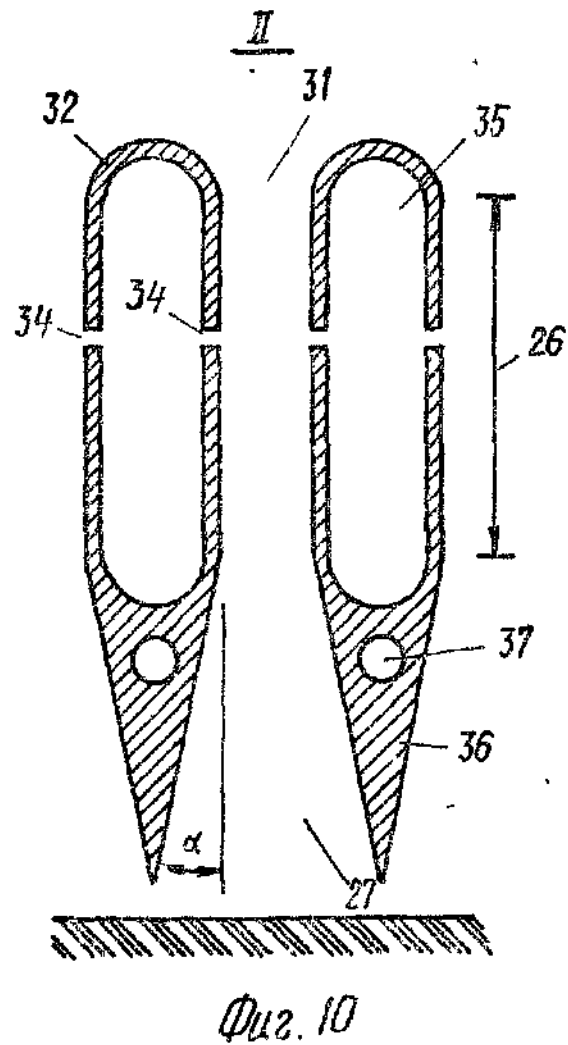
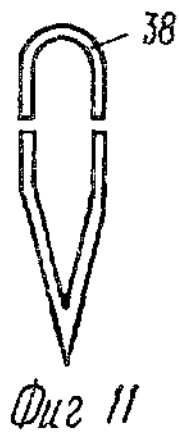
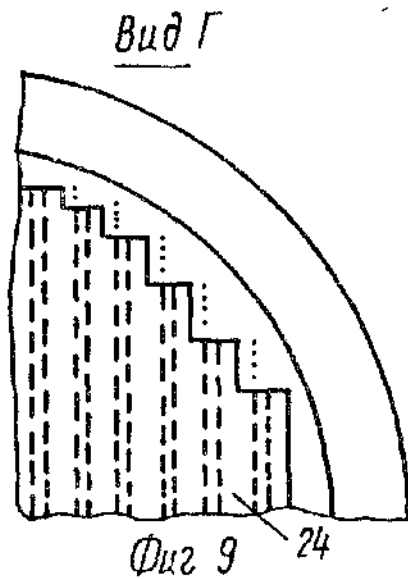
Фиг. 3



Фиг. 4

1711659





Редактор Е. Папп Составитель Т. Круглова
Техред А. Кравчук Корректор М. Самборская

Заказ 350 Тираж Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКЧТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101