



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 164 166** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **B 01 D 53/22, F 02 M 25/12**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

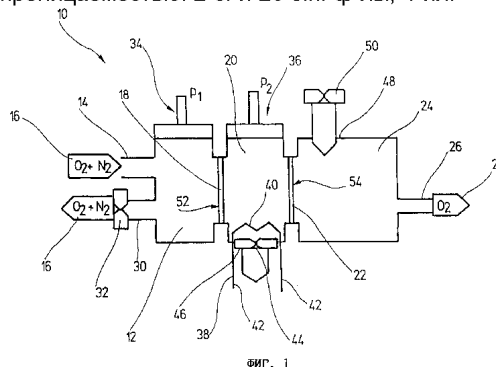
(21), (22) Заявка: 97118777/12, 06.04.1996
(24) Дата начала действия патента: 06.04.1996
(30) Приоритет: 11.04.1995 DE 19513654.3
26.03.1996 DE 19611898.0
(43) Дата публикации заявки: 10.11.1999
(46) Дата публикации: 20.03.2001
(56) Ссылки: DE 4201423 A, 22.07.1993. DE 2734677
A, 08.02.1979. US 4264338 A, 28.04.1981. EP
0290970 A, 17.11.1988. DE 4404681 C1,
04.05.1995. SU 1119718 A, 23.10.1984. SU
1063447 A, 30.12.1983.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 11.11.1997
(86) Заявка РСТ:
DE 96/00643 (06.04.1996)
(87) Публикация РСТ:
WO 96/32181 (17.10.1996)
(98) Адрес для переписки:
101000, Москва, Малый Златоустинский пер.,
д.10, кв.15, "ЕВРОМАРКПАТ", Веселицкой И.А.

(71) Заявитель:
РОБЕРТ БОШ ГМБХ (DE)
(72) Изобретатель: Вернер ГРЮНВАЛЬД (DE),
Клаус ДИТЕРИХ (DE), Штеффен ФРАНКЕ (DE)
(73) Патентообладатель:
РОБЕРТ БОШ ГМБХ (DE)
(74) Патентный поверенный:
Веселицкая Ирина Александровна

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, В ЧАСТНОСТИ
ОКИСЛОВ АЗОТА, В ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТАХ СГОРАНИЯ

(57)
Изобретение касается способа и устройства для снижения содержания вредных веществ в газообразных продуктах сгорания. Изобретение обеспечивает выделение кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси с незначительными затратами энергии при использовании простых средств и при минимальных габаритах. Способ предусматривает выделение кислорода из смеси в две стадии, при этом на первой стадии производится обогащение кислородно-азотно-воздушной смеси кислородом с помощью специального элемента или барьера, легче проницаемого для кислорода, чем для азота, например пластмассовой мембраны или цеолита. На

второй стадии из обогащенной смеси выделяют кислород. В устройстве предусмотрены два элемента с различной проницаемостью. 2 с. и 20 з.п. ф-лы, 4 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 164 166** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **B 01 D 53/22, F 02 M 25/12**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

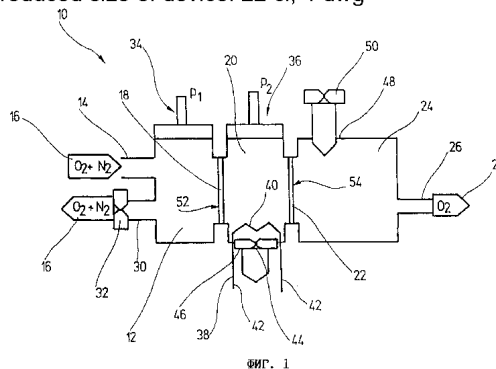
(21), (22) Application: 97118777/12, 06.04.1996
 (24) Effective date for property rights: 06.04.1996
 (30) Priority: 11.04.1995 DE 19513654.3
 26.03.1996 DE 19611898.0
 (43) Application published: 10.11.1999
 (46) Date of publication: 20.03.2001
 (85) Commencement of national phase: 11.11.1997
 (86) PCT application:
 DE 96/00643 (06.04.1996)
 (87) PCT publication:
 WO 96/32181 (17.10.1996)
 (98) Mail address:
 101000, Moskva, Malyj Zlatoustinskij per.,
 d.10, kv.15, "EVROMARKPAT", Veselitskoj I.A.

(71) Applicant:
ROBERT BOSCh GMBKh (DE)
 (72) Inventor: Verner GRJuNVAL'D (DE),
Klaus DITERIKh (DE), Shteffen FRANKE (DE)
 (73) Proprietor:
ROBERT BOSCh GMBKh (DE)
 (74) Representative:
Veselitskaja Irina Aleksandrovna

(54) **METHOD AND DEVICE FOR REDUCING CONTENT OF POLLUTANTS SUCH AS NITRIC OXIDES IN GASEOUS COMBUSTION PRODUCTS**

(57) Abstract:
 FIELD: environmental control. SUBSTANCE: proposed method and device provide for oxygen emission from oxygen-nitrogen-air mixture at low energy consumption. Method involves oxygen emission from mixture in two stages; during first stage oxygen-nitrogen-air mixture is enriched by oxygen using special member or barrier easier for oxygen than for nitrogen to penetrate such as plastic diaphragm or zeolite. During second stage oxygen is extracted from enriched mixture. Device implementing proposed method has two members of different penetrability. EFFECT: reduced

energy requirement, simplified design and reduced size of device. 22 cl, 4 dwg



RU 2 164 166 C2

RU 2 164 166 C2

Изобретение относится к способу и устройству для снижения содержания вредных веществ, в частности окислов азота, в газообразных продуктах сгорания.

Способы и устройства для снижения содержания вредных веществ в газообразных продуктах сгорания, образующихся в процессе горения с подводом кислорода, известны. Так, например, согласно DE-PS 4404681 в установленных на транспортных средствах тепловых двигателях, использующих топливовоздушную смесь, воспламеняемую с помощью соответствующих устройств для зажигания, перед подачей в двигатель кислородно-азотно-воздушной смеси (атмосферного воздуха) из нее удаляют азот. С этой целью кислородно-азотно-воздушную смесь пропускают сквозь непроницаемый для азота барьер. Благодаря этому горение может осуществляться и далее при подводе кислорода, взятого из окружающего воздуха, в то время как азот, содержащийся в атмосферном воздухе, в процесс горения не вовлекается. Образование окислов азота в процессе горения предотвращается или по меньшей мере существенно снижается.

Далее известны керамические конструктивные элементы, имеющие мембрану, которая выполнена из материала, проводящего ионы кислорода. Такого рода конструктивные элементы, например, для определения содержания кислорода в отработавших газах, образующихся в процессах горения, применяются в качестве так называемых лямбда-зондов (кислородных датчиков). При этом, как известно, такие проводящие ионы кислорода мембраны обладают различной проводимостью для ионов кислорода при различных температурах и давлении.

Далее из физической химии известны так называемые цеолиты. Они характеризуются структурой с большими внутренними полостями, соединенными друг с другом порами определенной величины. Такие поры определенной величины, например размером порядка нескольких десятых ангстрема, могут быть получены с помощью внедренных в кристаллическую решетку катионов, обладающих свободой передвижения и обмениваемых в растворе. Если через такие цеолиты пропускать кислородно-азотно-воздушную смесь, то вследствие стерического эффекта внутрь кристаллической структуры попадают лишь такие молекулы, диаметр которых меньше размера поры. Благодаря этому возникает эффект просеивания. Вследствие кинетического эффекта определенные молекулы диффундируют быстрее других молекул в кристаллическую решетку и сквозь нее, что также вызывает эффект разделения. В процессах разложения кислородно-азотно-воздушной смеси разделение азота и кислорода основывается на эффекте равновесия. При этом различные силы поглощения обеспечивают более сильное связывание одного компонента, например кислорода, по сравнению с другим компонентом, например азотом.

Более близкое техническое решение к предложенному известно из патента GE N 4201423 A1, где описаны способ и устройство для снижения содержания вредных веществ, в частности окислов азота, в газообразных

продуктах сгорания, образующихся в процессе горения с подводом кислорода, при котором кислород выделяют из кислородно-азотно-воздушной смеси в две стадии.

5 Устройство для реализации способа снабжено системой для отделения кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси, при этом устройство между впускным отверстием для кислородно-азотно-воздушной смеси и выпускным отверстием для отделенного кислорода содержит два элемента, имеющих соответственно различную проницаемость для кислорода и для азота, и разделено этими элементами на три камеры.

10 Задача изобретения заключается в разработке способа и создании устройства для снижения содержания вредных веществ, в частности окислов азота, в газообразных продуктах сгорания, образующихся в процессе горения с подводом кислорода, обеспечивающих выделение кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси с меньшими затратами энергии.

15 Эта задача решается с помощью предложенного способа снижения содержания вредных веществ, в частности окислов азота, в газообразных продуктах сгорания, образующихся в процессе горения с подводом кислорода, при этом кислород выделяют из кислородно-азотно-воздушной смеси в две стадии. Согласно изобретению по меньшей мере на одной из стадий обедненную кислородом кислородно-азотно-воздушную смесь отводят через выпускное приспособление, снабженное дополнительными элементами, обуславливающими большую проницаемость этого приспособления для азота, чем для кислорода.

20 Предпочтительно на первой стадии удалять азот из кислородно-азотно-воздушной смеси, а кислород из полученной таким образом обогащенной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси затем направлять в процесс горения.

30 При этом кислородно-азотно-воздушную смесь для обогащения кислородом на первой стадии пропускают сквозь барьер, более проницаемый для кислорода, чем для азота, причем кислородно-азотно-воздушную смесь подают на барьер под давлением.

35 Предпочтительно на второй стадии кислород из обогащенной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси затем с помощью диффузионного приспособления диффундировать в отработавшие газы.

40 Желательно обогащенную кислородом кислородно-азотно-воздушную смесь сжимать и нагревать.

45 Целесообразно путем регулирования давления и/или температуры обогащенной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси воздействовать на скорость диффузии кислорода в отработавший газ.

50 Задача решается также с помощью предложенного устройства для снижения содержания вредных веществ, в частности окислов азота, в газообразных продуктах сгорания, образующихся в процессе горения с подводом кислорода, снабженного системой для отделения кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси, при этом устройство между впускным отверстием для кислородно-азотно-воздушной смеси и

выпускным отверстием для отделенного кислорода имеет два элемента, имеющих соответственно различную проницаемость для кислорода и для азота, и разделено этими элементами на три камеры. Согласно изобретению по меньшей мере одна из указанных камер соединена с выпускным приспособлением, снабженным дополнительными элементами, более проницаемыми для азота, чем для кислорода.

Указанные элементы целесообразно разместить независимо друг от друга.

При этом первый элемент работает в режиме, зависящем от давления, а второй элемент работает в режиме, зависящем от давления и/или от температуры.

Предпочтительно первую камеру соединить с выпускным отверстием, а третью камеру - с выпускным отверстием.

При этом первая камера соединена с выпускным отверстием и/или вторая камера соединена с выпускным отверстием.

В соответствии с изобретением первый элемент расположен между первой камерой и второй камерой, а второй элемент расположен между второй камерой и третьей камерой.

При этом в первой и второй камерах давление может создаваться независимо друг от друга.

Целесообразно вторую камеру выполнить с обогревом.

В соответствии с изобретением первый элемент представляет собой мембрану, у которой степень проницаемости для кислорода O_2 и азота N_2 при разности давлений между первой камерой и второй камерой различна, в частности мембрану, более проницаемую для кислорода, чем для азота.

Предпочтительно в первом элементе по меньшей мере на отдельных участках предусмотреть отсеки с цеолитом, имеющим поглощающую азот N_2 структуру.

Конкретно этот элемент включает каналы, каждый из которых имеет по одному отсеку с цеолитом и в каждый из которых кислородно-азотно-воздушная смесь может подаваться попеременно при их соответственно попеременном соединении со второй камерой.

В элементе может быть предусмотрена нагнетательная система, с помощью которой на цеолите может создаваться разрежение для его регенерации.

Второй элемент в предпочтительной форме выполнения представляет собой керамическую мембрану смешанной проводимости, расположенную между второй камерой и третьей камерой.

Преимущество предлагаемого способа состоит в том, что выделение кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси может осуществляться с незначительными затратами энергии. Согласно изобретению на первой стадии проводится обогащение кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси (стадия обогащения). На последующей, второй, стадии кислород выделяется в чистом или почти чистом виде из обогащенной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси (стадия выделения или сепарации). Благодаря обогащению кислородом на первой стадии расход энергии на нагревание смеси во время второй стадии эффективно снижается, поскольку при этом не требуется излишний

нагрев больших количеств азота. Кроме того, благодаря обогащению кислородом на первой стадии парциальное давление кислорода в кислородно-азотно-воздушной смеси на второй стадии в сравнении с парциальным давлением кислорода в чистом воздухе может приблизительно удвоиться. Поэтому необходимые затраты энергии на сжатие и/или на нагревание на второй стадии могут быть значительно снижены. При том же количестве выделяемого кислорода сжимать необходимо меньшее количество кислородно-азотно-воздушной смеси.

Проводимое на первой стадии способа обогащение кислородно-азотно-воздушной смеси кислородом можно осуществлять, например, с помощью специального элемента или барьера, легче проницаемого для кислорода, чем для азота, например пластмассовой мембраны или цеолита.

В случае применения пластмассовой мембраны на первой стадии способа согласно изобретению производится обогащение кислородно-азотно-воздушной смеси кислородом с использованием пластмассовой мембраны, обладающей различной проницаемостью для кислорода и для азота. Кислород может быстрее проходить сквозь мембрану, в результате чего происходит обогащение смеси кислородом со стороны низкого давления мембраны.

В случае применения цеолитов их подвергают действию кислородно-азотно-воздушной смеси при повышенном давлении, причем азот предпочтительно поглощается и накапливается. Это означает, что проходящий сквозь мембрану воздушный поток обогащается кислородом. Очистка цеолита от азота осуществляется в результате того, что цеолит подвергают действию пониженного давления газа (стадия регенерации). Согласно изобретению для обеспечения непрерывности процесса необходим попеременный режим работы по меньшей мере двух цеолитных элементов. С помощью створчатых клапанов газовые потоки переключаются таким образом, что в данный момент времени одна емкость с цеолитом находится в стадии обогащения кислородом, а другая - в стадии регенерации.

Поэтому проходящая сквозь барьер воздушная смесь обогащена кислородом, в то время как из полости перед барьером через выпускное отверстие отводится воздушная смесь, обедненная кислородом.

На второй стадии способа для выделения чистого или почти чистого кислорода обогащенная кислородом кислородно-азотно-воздушная смесь подается, например, на керамическую мембрану. Керамическая мембрана выполнена преимущественно из материала со смешанной проводимостью, т.е. она проводит как ионы кислорода, так и электроны. Согласно изобретению керамическую мембрану предпочтительно нагревать. Согласно изобретению может быть предусмотрено нагревание только керамики, но не подаваемой на нее обогащенной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси. Однако целесообразно нагревать также и обогащенную кислородом кислородно-азотно-воздушную смесь, чтобы последняя при контактировании с нагретой

керамикой не охлаждала ее. Особенно целесообразно подавать на мембрану обогащенную кислородом кислородно-азотно-воздушную смесь под давлением. Через керамическую мембрану со смешанной проводимостью отбирается чистый или почти чистый кислород, в то время как из полости перед керамической мембраной через второе выпускное отверстие отводится обедненная кислородом воздушная смесь.

Особенно предпочтительный вариант изобретения предусматривает возможность дальнейшего обогащения кислородом на первой и/или на второй стадии способа и тем самым повышения его парциального давления путем пропускания соответствующих обедненной кислородом и отводимых воздушных смесей через дополнительные элементы, например, пластмассовые мембраны, обладающие повышенной проницаемостью для азота и пониженной проницаемостью для кислорода. Хотя доля кислорода в отводимой на первой стадии способа кислородно-азотно-воздушной смеси меньше таковой в кислородно-азотно-воздушной смеси, подаваемой через впускное отверстие на первую стадию способа, или в смеси, подаваемой на вторую стадию, однако она все же содержит кислород, который так или иначе уходит (мигрирует) из процесса. Аналогичным образом обедненная кислородом кислородно-азотно-воздушная смесь отводится и на второй стадии способа, так что и в этом случае имеет место миграция некоторых количеств кислорода. Согласно изобретению эта миграция кислорода предотвращается, соответственно уменьшается благодаря тому, что в соответствующих местах выхода обедненной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси предусмотрены дополнительные элементы, селективно задерживающие кислород, т.е. иными словами являющиеся более проницаемыми для азота, чем для кислорода. Это препятствует нежелательной миграции кислорода из процесса и поддерживает на более высоком уровне парциальное давление кислорода как движущую силу процесса обогащения и/или сепарации на более проницаемых для кислорода мембранах, чем в случае, если бы такие элементы не были предусмотрены. Это значительно улучшает энергетический баланс способа согласно изобретению.

Преимущество предлагаемого в изобретении устройства для снижения содержания вредных веществ состоит в том, что оно при применении самых простых средств и при минимальных габаритах, а также с незначительными затратами энергии обеспечивает выделение кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси. Благодаря тому, что в устройстве между впускным отверстием для кислородно-азотно-воздушной смеси и выпускным отверстием для выделенного кислорода предусмотрены два элемента, имеющие различную проницаемость для кислорода, соответственно для азота, с помощью этого устройства на первой стадии способа можно эффективно получать обогащенную кислородом кислородно-азотно-воздушную смесь, из которой затем на второй стадии способа

выделяют кислород. Этими двумя элементами устройство может быть разделено предпочтительно на три камеры, причем эти элементы расположены между отдельными камерами и позволяют производить независимую обработку кислородно-азотно-воздушной смеси. Благодаря этому обеспечивается простая возможность получения в каждой из камер различных концентраций кислорода, что позволяет очень просто выделять кислород из камеры с его повышенной концентрацией.

Изобретение, в частности, предусматривает, что первая и вторая камеры имеют по одному выпускному отверстию для обедненной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси. Целесообразно снабдить по меньшей мере одно, предпочтительно оба выпускных отверстия дополнительным элементом, имеющим различную проницаемость для кислорода, соответственно для азота, в частности элементом с большей проницаемостью для азота, чем для кислорода. Такой элемент может представлять собой мембрану, обладающую повышенной проницаемостью для азота и пониженной проницаемостью для кислорода, благодаря чему происходит селективное удержание кислорода в первой и во второй камерах и дополнительное обогащение смеси кислородом.

В предпочтительном варианте выполнения изобретения предусмотрено, что первый элемент работает в режиме, зависящем от давления, а второй элемент работает в режиме, зависящем от давления и/или от температуры. В особо предпочтительном варианте выполнения изобретения может быть предусмотрено, что первый и второй элементы могут быть нагружены различным давлением практически независимо друг от друга, так что в результате создания дополнительных перепадов давления может быть достигнуто дальнейшее улучшение энергетического баланса процессов обогащения и выделения кислорода. Предусмотренные в выпускных отверстиях дополнительные элементы также предпочтительно работают в режиме, зависящем от давления и/или от температуры. Это позволяет с помощью имеющихся в распоряжении относительно простых средств, а именно давления и температуры, настраивать устройство на различную степень выделения кислорода.

Ниже изобретение подробно поясняется описанием примеров его выполнения со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых показано

на фиг. 1 - схематическое изображение устройства для выделения кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси;

на фиг. 2 - схематическое изображение варианта выполнения устройства для выделения кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси, в котором выпускные отверстия снабжены дополнительными элементами;

на фиг. 3 - схематическое изображение варианта выполнения устройства для выделения кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси, в котором камера разделена на отсек низкого давления и отсек высокого давления;

на фиг. 4 - схематическое изображение элемента для обогащения кислородно-азотно-воздушной смеси кислородом.

На фиг. 1 схематически показано обозначенной позицией 10 устройство для выделения кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси.

Устройство 10 имеет первую камеру 12, снабженную впускным отверстием 14 для кислородно-азотно-воздушной смеси 16. Первая камера 12 отделена первым элементом 18, более подробно описанным ниже, от второй камеры 20. Вторая камера 20 отделена также более подробно описанным ниже вторым элементом 22 от третьей камеры 24. Третья камера 24 имеет выпускное отверстие 26 для кислорода 28, выделенного из смеси с помощью устройства 10. Первая камера 12 также имеет выпускное отверстие 30 для кислородно-азотно-воздушной смеси 16, причем в выпускном отверстии 30 расположен дроссель 32. Далее в первой камере 12 предусмотрено приспособление 34 для создания в первой камере 12 давления p_1 . Вторая камера 20 имеет приспособление 36 для создания во второй камере 20 давления p_2 . Далее во второй камере 20 предусмотрено нагревательное приспособление 38, имеющее, например, расположенную внутри камеры нагревательную спираль 40, к которой через контактные выводы 42 подается напряжение для подогрева. Кроме того, вторая камера 20 имеет выпускное отверстие 44, в котором расположен дроссель 46. Третья камера 24 имеет впускное отверстие 48, в котором расположен еще один дроссель 50.

Первый элемент 18 представляет собой мембрану 52, имеющую в условиях перепада давления между первой камерой 12 и второй камерой 20 различную пропускную способность (степень проницаемости) для кислорода O_2 и азота N_2 . Вторым элементом 22 представляет собой керамическую мембрану 54 смешанной проводимости из так называемого перовскита.

Предлагаемый способ осуществляют с помощью изображенного на фиг. 1 устройства согласно изобретению следующим образом.

Через впускное отверстие 14 камеру 12 заполняют кислородно-азотно-воздушной смесью 16. Эта смесь состоит обычно из атмосферного воздуха, окружающего устройство 10. Благодаря дросселю 32 в выпускном отверстии 30 первой камеры 12, выпускное отверстие 30 имеет меньшее поперечное сечение, чем поперечное сечение впускного отверстия 14. С помощью приспособления 34 в первой камере 12 создается давление p_1 . Это приводит к тому, что между камерой 12 и второй камерой 20 устанавливается перепад давлений, действующий на обе стороны мембраны 52. Поскольку мембрана 52 имеет различную пропускную способность для кислорода O_2 и для азота N_2 при разности давлений, кислород O_2 может быстрее диффундировать сквозь мембрану 52, чем азот N_2 . Это приводит к тому, что во вторую камеру 20 диффундирует большая доля кислорода O_2 в сравнении с долей азота N_2 . При этом первая камера 12 предпочтительно постоянно находится под давлением p_1 , и в результате диффузия кислорода O_2 сквозь мембрану 52 непрерывно

происходит в больших количествах, а диффузия азота N_2 в меньших количествах. Избыток кислородно-азотно-воздушной смеси 16 непрерывно и с возможностью регулирования отводится через дроссель 32 выпускного отверстия 30, причем доля кислорода O_2 в выходящей из отверстия 30 кислородно-азотно-воздушной смеси 16 меньше, чем в подведенной через впускное отверстие 14 кислородно-азотно-воздушной смеси.

Таким образом, во второй камере 20 благодаря элементу 18 доля кислорода в кислородно-азотно-воздушной смеси больше, чем в кислородно-азотно-воздушной смеси 16, поданной через впускное отверстие 14. Эта обогащенная кислородом O_2 смесь нагревается нагревательным приспособлением 38 и с помощью приспособления 36 в ней создается давление p_2 . Благодаря этому кислородно-азотно-воздушная смесь во второй камере 20 сжимается и продавливается сквозь керамическую мембрану 54. Рост давления во второй камере 20 может контролироваться по положению дросселя 46. Керамическая мембрана 54 имеет смешанную проводимость, причем происходит ускорение кислородных ионов в направлении к третьей камере 24. Поскольку ионы кислорода имеют отрицательный потенциал, в противоположном направлении сквозь керамическую мембрану 54 проходит поток электронов. Таким образом, керамическая мембрана 54 выполнена по типу мембраны со смешанной проводимостью. Движущей силой переноса ионов кислорода является перепад парциального давления кислорода по керамической мембране 54.

Следовательно, устанавливая определенное давление p_2 во второй камере 20, можно регулировать долю ионов кислорода $2O^{2-}$, которая диффундирует за определенную единицу времени из второй камеры 20 в третью камеру 24.

Поскольку для процесса диффузии ионов кислорода сквозь керамическую мембрану 54 кислородно-азотно-воздушная смесь в камере 20 должна иметь определенный тепловой потенциал, в ней предусмотрено нагревательное приспособление 38. При этом, однако, требуются значительно меньшие затраты энергии в сравнении с обычным нагреванием кислородно-азотно-воздушной смеси, т.к. нагреваться должна уже обогащенная кислородом

O_2 кислородно-азотно-воздушная смесь. Относительная доля азота N_2 в пересчете на весь состав тем самым меньше, так что вместе с кислородом требуется нагревать относительно меньше азота. Кроме того, во второй камере 20 в результате обогащения кислородно-азотно-воздушной смеси кислородом O_2 устанавливается более высокое парциальное давление кислорода, благодаря чему для диффузии ионов кислорода сквозь керамическую мембрану 54 требуется меньшее давление p_2 . Результатом этого является как экономия энергии на нагревание, так и экономия энергии на сжатие смеси.

В целом, результатом связывания, т. е. предвключения мембраны 52 (обогащение кислорода) перед керамической мембраной 54

(сепарация кислорода), является меньшая удельная мощность сепарации (общая мощность, деленная на количество выделенного кислорода) вследствие меньшего количества нагреваемого и сжимаемого азота N_2 и вследствие повышенного парциального давления кислорода как движущей силы сепарации по причине вышеупомянутой концентрации кислорода.

Диффундировавшие в третью камеру 24 ионы кислорода могут быть смешаны с поступающим через выпускное отверстие 48 инертным газом, который принимает на себя функцию переноса кислорода O_2 через выпускное отверстие 26 в камеру сгорания, в которой процесс горения протекает с подводом кислорода. В качестве инертного газа для переноса кислорода O_2 может быть использован, например, отходящий в процессе горения газ, который по байпасной линии снова вводится в процесс горения. При этом благодаря диффундировавшим ионам кислорода в процесс горения поступает достаточное количество кислорода. Тем самым первоначально содержащийся в кислородно-азотно-воздушной смеси 16 азот N_2 не участвует в процессе горения, и по этой причине образование окислов азота NO_x во время процесса горения резко снижается практически до остаточной доли, обусловленной лишь содержанием азота в топливе.

Устройство по фиг. 2 соответствует устройству по фиг. 1 с тем лишь отличием, что в нем выпускные отверстия 30 и 44 снабжены дополнительными элементами 19 и 21. Эти элементы представляют собой мембрану, имеющую повышенную проницаемость для азота и пониженную проницаемость для кислорода. На фиг. 2 элемент 19 установлен на напорной стороне дросселя 32, а элемент 21 на стороне, противоположной напорной стороне дросселя 46. Однако возможны также и другие расположения элемента 19, соответственно 21 относительно дросселя 32, соответственно 46, например, установка элемента 19 на стороне, противоположной напорной стороне дросселя 32, и/или установка элемента 21 на напорной стороне дросселя 46. Согласно изобретению может быть предусмотрено применение элементов 19 и/или 21 вместо дросселей 32 и/или 46.

Способ, осуществляемый с помощью этого устройства, соответствует изображенному на фиг. 1, за исключением того, что выходящая через выпускные отверстия 30 и 44 обедненная кислородом кислородно-азотно-воздушная смесь пропускается через дополнительные элементы 19 и 21, более проницаемые для азота, чем для кислорода, благодаря чему предотвращается нежелательная миграция кислорода из камер 12 и 20. Таким образом, в сравнении с устройством, которое не содержит этих дополнительных элементов 19 и/или 21, парциальное давление кислорода в обеих этих камерах поддерживается на более высоком уровне, что еще более снижает затраты энергии, необходимой для обогащения и выделения кислорода.

На фиг. 3 схематически показано обозначенное позицией 10' устройство для обогащения и выделения кислорода, которое

соответствует изображенному на фиг. 2 устройству, однако в нем камера 20 разделена на отсек 20' низкого давления, взаимодействующий с элементом 18, и отсек 20'' высокого давления, взаимодействующий с элементом 54. Отсек 20' низкого давления и отсек 20'' высокого давления связаны по давлению приспособлением 36, которое выполнено, например, в виде вакуум-насоса. Таким образом, элемент 18 может быть нагружен иным давлением, чем элемент 54. Благодаря разделению камеры 20 на отсеки 20' и 20'' с различным давлением друг от друга давлением могут быть установлены дополнительные перепады давления, являющиеся движущей силой процессов обогащения и выделения кислорода. Очевидно, что изобретение также предусматривает многоступенчатое исполнение приспособления 36, которое позволяет устанавливать по существу независимые давления, например, в отсеках 20' и 20''. При этом целесообразно, чтобы отсек 20' низкого давления имел относительно камеры 12 разрежение, благодаря чему в нем будет устанавливаться перепад давления, действующий как дополнительная движущая сила для процесса обогащения кислородом. И, наоборот, целесообразно, чтобы отсек 20'' высокого давления имел относительно камеры 24 избыточное давление, благодаря чему в нем будет создаваться дополнительный перепад давления, способствующий сепарации кислорода.

На фиг. 4 представлен другой пример выполнения первого элемента 18. Элемент 18' на фиг. 4 может быть использован вместо элемента 18 по фиг. 1, причем несмотря на отчасти их различное исполнение одинаковые детали с одинаковой функцией для наглядности обозначены одинаковыми позициями.

Элемент 18' имеет выпускное отверстие 14 для кислородно-азотно-воздушной смеси 16. Выпускное отверстие 14 соединено с первым каналом 56 и со вторым каналом 58. Каналы 56, соответственно 58 могут попеременно с помощью приспособления 60, выполненного, например, в виде заслонки, соединяться с выпускным отверстием 14, соответственно отсоединяться от него. В канале 56 предусмотрен отсек 62 с размещенным в нем цеолитом 64. Соответственно канал 58 имеет отсек 66 также с размещенным в нем цеолитом 64. В заполненных цеолитом 64 отсеках 62 и 66 каналов 56 и 58 цеолит 64 предпочтительно расположен по всему поперечному сечению каналов 56, соответственно 58. Каналы 56 и 58 оканчиваются во второй камере 20 устройства 10 (фиг. 1). Между отсеками 62 и 66 с цеолитом 64 и камерой 20 каналы 56 и 58 соединены через ответвление 68, соответственно 68' с нагнетательной системой 70, например насосом. Между ответвлениями 68, соответственно 68' и второй камерой 20 каналы 56 и 58 с помощью попеременно включаемого на открытие и закрытие запорного элемента 72 могут быть соединены с камерой 20, соответственно отсоединены от нее. Запорный элемент 72 имеет два взаимодействующих друг с другом створчатых клапана 74, соответственно 74', которые попеременно соединяют систему 70 подачи или камеру 20 с каналом 56, соответственно

58.

Показанный на фиг. 4 элемент 18' работает следующим образом.

В исходном состоянии приспособление 60 закрывает канал 56, в результате канал 58 соединен с впускным отверстием 14. Одновременно запорный элемент 72 включен таким образом, что створчатый клапан 74' отсоединяет ответвление 68', а канал 58 соединен со второй камерой 20. Первый канал 56 соединен через ответвление 68 с нагнетательной системой 70, в то время как створчатый клапан 74 отсоединяет канал 56 от второй камеры 20. Через впускное отверстие 14 на элемент 18' действует давление кислородно-азотно-воздушной смеси 16 около 1 бар. Таким образом, кислородно-азотно-воздушная смесь 16 поступает в заполненный цеолитом 64 отсек 66 канала 58. Цеолит 64 имеет такую структуру, что молекулы азота, содержащегося в кислородно-азотно-воздушной смеси 16, поглощаются, в то время как молекулы кислорода могут проходить через отсек 66. В результате кислородно-азотно-воздушная смесь 16 во второй камере 20 содержит большую долю кислорода в сравнении с долей кислорода во впускном отверстии 14. Из этой обогащенной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси затем, как уже описано выше для фиг. 1, выделяют кислород.

Учитывая, что отсек 66 с цеолитом 64, как известно, имеет ограниченную аккумулирующую способность и в конечном итоге наступает насыщение поглощенным азотом, элемент 18' можно попеременно переключать, например, с управлением по времени, следующим образом. Заслонка в приспособлении 60 переключается таким образом, что канал 56 соединяется с впускным отверстием 14, а канал 58 отсоединяется от впускного отверстия 14. Одновременно запорный элемент 72 срабатывает таким образом, что створчатый клапан 74 запирает ответвление 68 и соединяет канал 56 со второй камерой 20. Одновременно створчатый клапан 74' открывает ответвление 68' и отсоединяет канал 58 от второй камеры 20. Нагнетательная система 70 создает в этом случае разрежение со стороны цеолита 64 в отсеке 66. Благодаря этому происходит известный процесс регенерации цеолита 64 в отсеке 66. В результате этой смены давления на цеолите 64 в отсеке 66 ранее поглощенный азот из кислородно-азотно-воздушной смеси 16 отсасывается нагнетательной системой 70, так что цеолит в определенной мере "очищается" от молекул азота.

В то время как цеолит 64 в отсеке 66 регенерируется, сквозь цеолит 64 в отсеке 62 канала 56 пропускается кислородно-азотно-воздушная смесь 16. При этом через канал 56 во вторую камеру 20 уже описанным образом подводится обогащенная кислородом кислородно-азотно-воздушная смесь 16.

При соответствующем выборе конструкции элемента 18', в частности при использовании приспособления 60, соответственно запорного элемента 72, обеспечивается непрерывный режим работы, т.к. цеолит 64 в отсеках 62, соответственно 66 попеременно поглощает и регенерирует кислород из

кислородно-азотно-воздушной смеси.

Элемент 18' позволяет обогащать кислородом кислородно-азотно-воздушную смесь более чем на 50%. Как уже описано выше для фиг. 1, эта обогащенная кислородом воздушная смесь затем подается на второй элемент 22, т.е. подается под воздействием температуры и/или давления на керамическую мембрану 54 смешанной проводимости.

Очень эффективное применение устройство 10 может найти при подаче топливоздушнoй смеси в тепловой двигатель, устанавливаемый на транспортных средствах. Выброс окислов азота транспортными средствами, оборудованными предлагаемым устройством 10, предотвращается или по меньшей мере существенно снижается.

Формула изобретения:

1. Способ снижения содержания вредных веществ, в частности окислов азота, в газообразных продуктах сгорания, образующихся в процессе горения с подводом кислорода, при этом кислород выделяют из кислородно-азотно-воздушной смеси в две стадии, отличающийся тем, что по меньшей мере на одной из стадий обедненную кислородом кислородно-азотно-воздушную смесь отводят через выпускное приспособление, снабженное дополнительными элементами, обуславливающими большую проницаемость этого приспособления для азота, чем для кислорода.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на первой стадии удаляют азот из кислородно-азотно-воздушной смеси, а кислород из полученной таким образом обогащенной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси затем направляют в процесс горения.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что кислородно-азотно-воздушную смесь для обогащения кислородом на первой стадии пропускают сквозь барьер, более проницаемый для кислорода, чем для азота.

4. Способ по любому из пп.1 - 3, отличающийся тем, что кислородно-азотно-воздушную смесь подают на барьер (п) под давлением.

5. Способ по любому из пп.1 - 4, отличающийся тем, что на второй стадии кислород из обогащенной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси затем с помощью диффузионного приспособления диффундируют в отработавшие газы.

6. Способ по любому из пп.1 - 5, отличающийся тем, что обогащенную кислородом кислородно-азотно-воздушную смесь сжимают.

7. Способ по любому из пп.1 - 6, отличающийся тем, что обогащенную кислородом кислородно-азотно-воздушную смесь нагревают.

8. Способ по любому из пп.1 - 7, отличающийся тем, что путем регулирования давления и/или температуры обогащенной кислородом кислородно-азотно-воздушной смеси воздействуют на скорость диффузии кислорода в отработавший газ.

9. Устройство для снижения содержания вредных веществ, в частности окислов азота, в газообразных продуктах сгорания, образующихся в процессе горения с подводом кислорода, снабженное системой для

отделения кислорода из кислородно-азотно-воздушной смеси, при этом устройство (10) между впускным отверстием (14) для кислородно-азотно-воздушной смеси (16) и выпускным отверстием (26) для отделенного кислорода имеет два элемента (18, 18', 22), имеющих соответственно различную проницаемость для кислорода и для азота, и разделено элементами (18, 18', 22) на три камеры (12, 20, 24), отличающееся тем, что по меньшей мере одна из камер (12, 20, 24) соединена с выпускным приспособлением (30, 44), снабженным дополнительными элементами (19, 21), более проницаемыми для азота, чем для кислорода.

10. Устройство по п.9, отличающееся тем, что элементы (18, 18', 22) размещены независимо друг от друга.

11. Устройство по п.9 или 10, отличающееся тем, что первый элемент (18, 18') работает в режиме, зависящем от давления.

12. Устройство по любому из пп.9 - 11, отличающееся тем, что второй элемент (22) работает в режиме, зависящем от давления и/или от температуры.

13. Устройство по любому из пп.9 - 12, отличающееся тем, что первая камера (12) соединена с впускным отверстием (14), а третья камера (24) - с выпускным отверстием (26).

14. Устройство по любому из пп.9 - 13, отличающееся тем, что первая камера (12) соединена с выпускным отверстием (30) и/или вторая камера (20) соединена с выпускным отверстием (44).

15. Устройство по любому из пп.9 - 14, отличающееся тем, что первый элемент (18) расположен между первой камерой (12) и второй камерой (20), а второй элемент (22) - между второй камерой (20) и третьей камерой (24).

16. Устройство по любому из пп.9 - 15, отличающееся тем, что в первой и второй камерах (12, 20) давление (p_1 , p_2) может создаваться независимо друг от друга.

17. Устройство по любому из пп.9 - 16, отличающееся тем, что вторая камера (20) выполнена с обогревом.

18. Устройство по любому из пп.9 - 17, отличающееся тем, что первый элемент (18) представляет собой мембрану, у которой степень проницаемости для кислорода O_2 и азота N_2 при разности давлений между первой камерой (12) и второй камерой (20) различна, в частности мембрану, более проницаемую для кислорода, чем для азота.

19. Устройство по любому из пп.9 - 18, отличающееся тем, что в первом элементе (18') по меньшей мере на отдельных участках предусмотрены отсеки с цеолитом (64), имеющим поглощающую азот N_2 структуру.

20. Устройство по п. 19, отличающееся тем, что элемент (18') включает каналы (56, 58), каждый из которых имеет по одному отсеку (62, 66) с цеолитом (64) и в каждый из которых кислородно-азотно-воздушная смесь (16) может подаваться попеременно при их соответственно попеременном соединении с второй камерой (20).

21. Устройство по п.19 или 20, отличающееся тем, что в элементе (18') предусмотрена нагнетательная система (70), с помощью которой на цеолите (64) может создаваться разрежение для его регенерации.

22. Устройство по любому из пп.9 - 21, отличающееся тем, что второй элемент (22) представляет собой керамическую мембрану (54) смешанной проводимости, расположенную между второй камерой (20) и третьей камерой (24).

Приоритет по пунктам:

26.03.96 по пп.1 и 9;

11.04.95 по пп.2 - 8, 10 - 22.

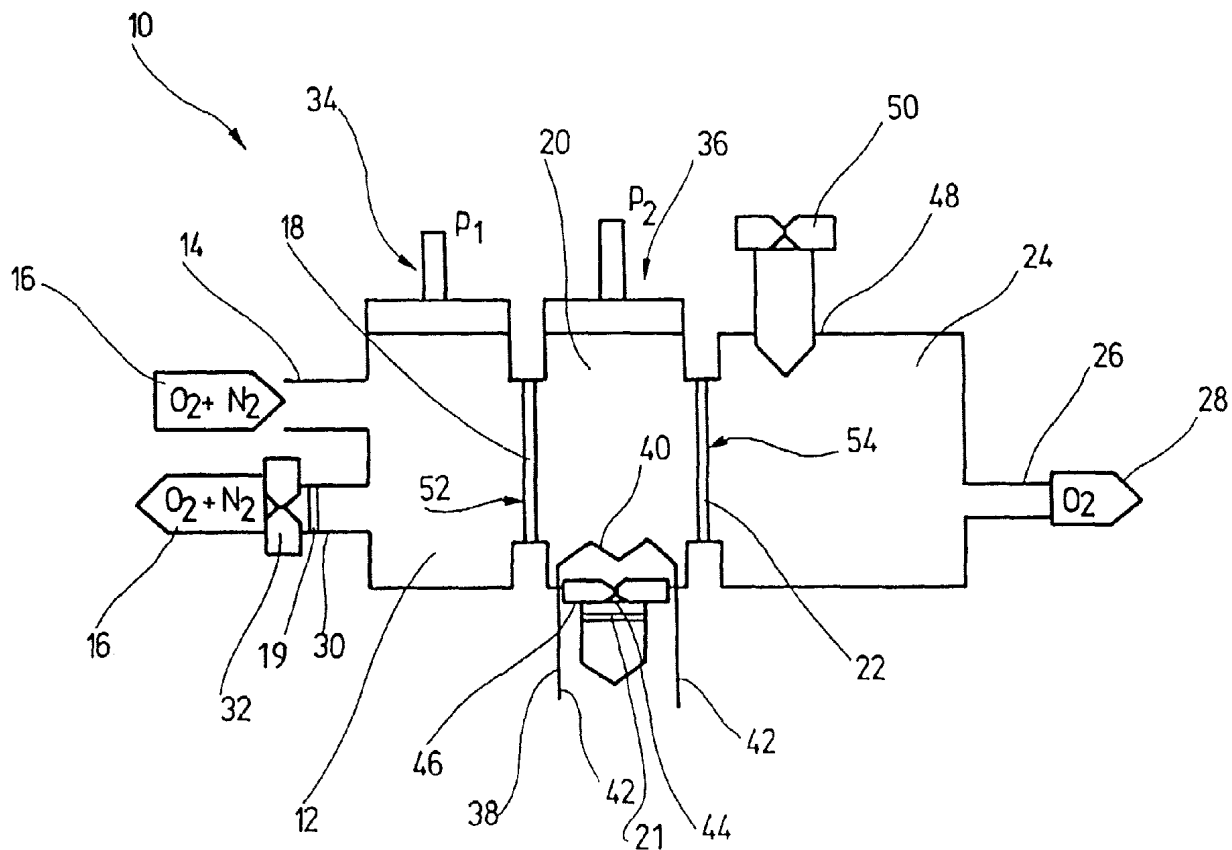
40

45

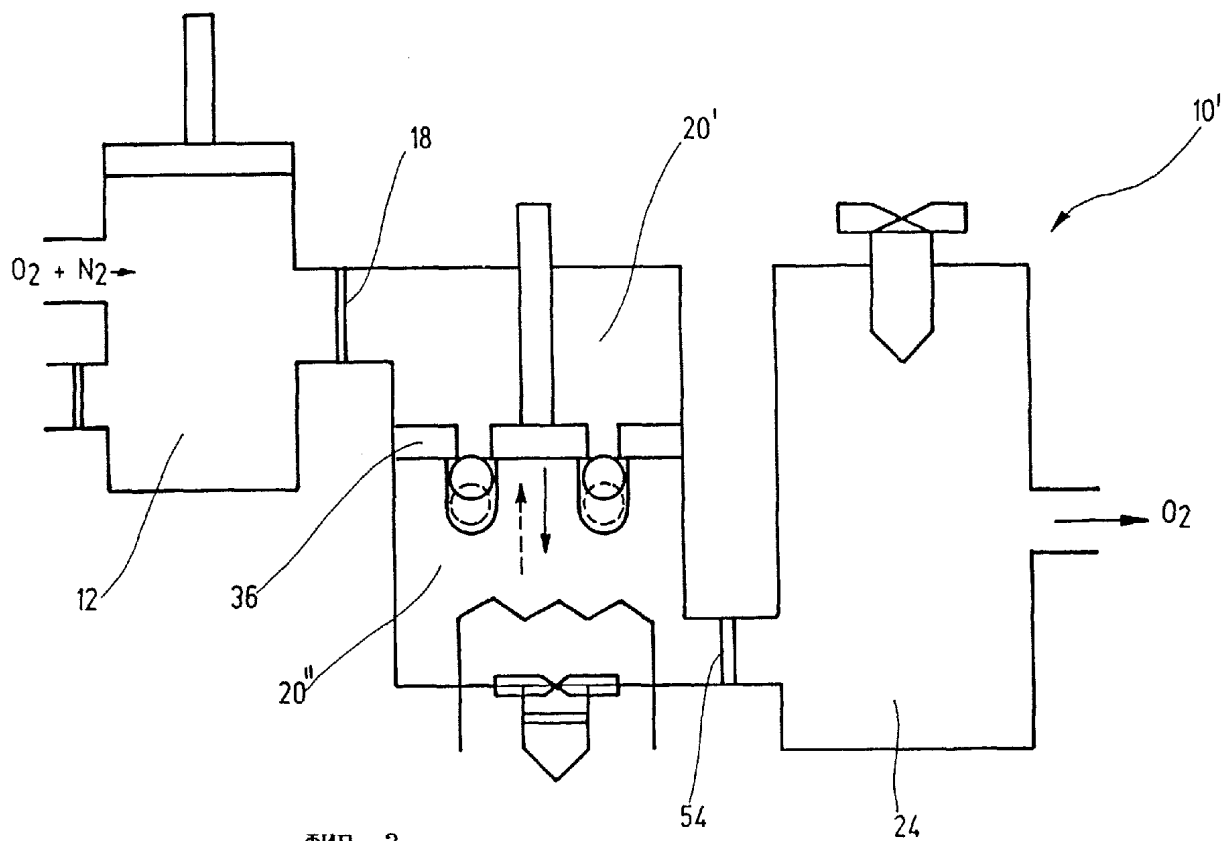
50

55

60



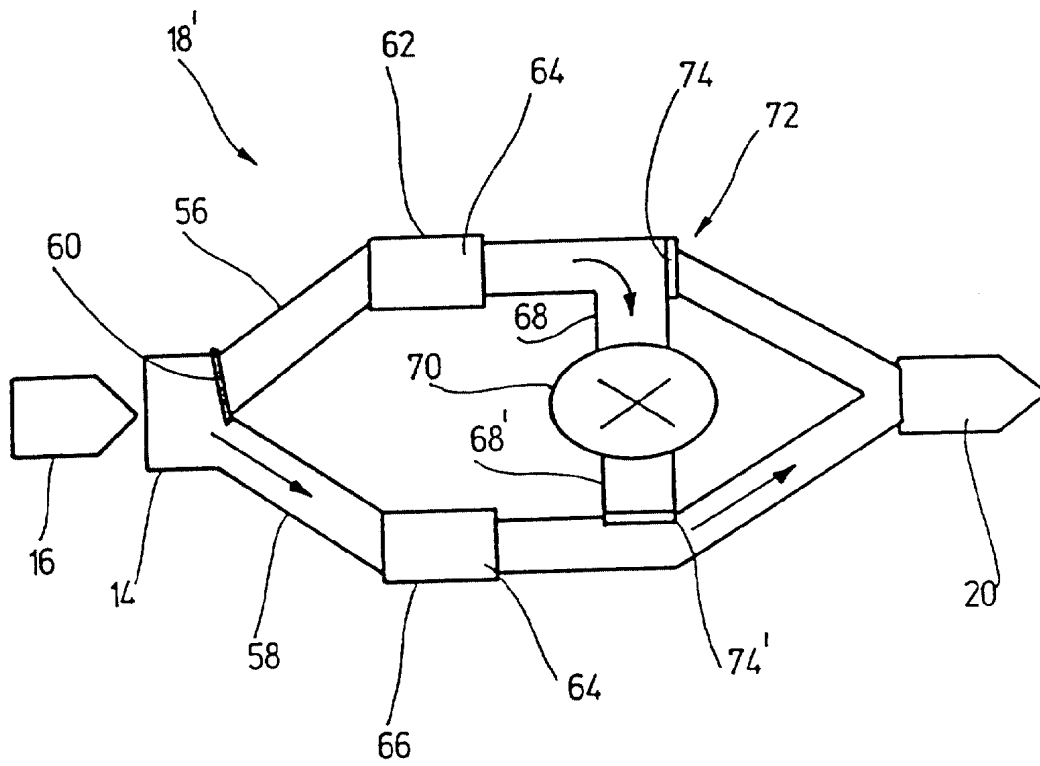
ФИГ. 2



ФИГ. 3

RU 2164166 C2

RU 2164166 C2



ФИГ. 4